

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Алтайский государственный аграрный университет»**

***В.А. Завора, В.И. Толокольников,  
С.Н. Васильев***

**ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ И РАСЧЕТА  
МОБИЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ  
РАСТЕНИЕВОДСТВА**

*Учебное пособие*

**Барнаул  
Издательство АГАУ  
2008**

УДК 631.332.7: 631.316.44

Завора В.А. Основы технологии и расчета мобильных процессов растениеводства: учебное пособие / В.А. Завора, В.И. Толокольников, С.Н. Васильев. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. 263 с.

ISBN 978-5-94485-089-8

В учебно-теоретическом издании на основании результатов научных исследований и передового опыта предприятий Сибири рассматриваются вопросы аналитического расчета мобильных процессов в растениеводстве аграрных предприятий.

Материал пособия изложен в соответствии с программой курса «Эксплуатация машинно-тракторного парка» (технология механизированных работ).

Предназначено для студентов аграрных вузов по специальности 311300 «Механизация сельского хозяйства», инженерно-технических работников аграрных предприятий.

Утверждено и рекомендовано к изданию решением ученого совета ИТАИ АГАУ (протокол № 4 от 2 марта 2006 г.).

**Рецензенты:**

заслуженный работник сельского хозяйства РФ, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой ЭМТП Челябинского ГАУ А.М. Плаксин;

доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Автомобили и автомобильное хозяйство» Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова А.С. Павлюк.

ISBN 978-5-94485-089-8

© Завора В.А., Толокольников В.И., Васильев С.Н., 2008

© ФГОУ ВПО АГАУ, 2008

© Издательство АГАУ, 2008

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
<b>Глава 1. Мобильные процессы растениеводства .....</b>	<b>9</b>
1.1. Виды мобильных процессов.....	9
1.2. Проектирование мобильных процессов.....	12
1.3. Разработка операционной технологии мобильных процессов .....	17
1.4. Основы проектирования рациональной технологии возделывания сельскохозяйственных культур .....	22
1.5. Общие положения энергосберегающих технологий .....	27
1.6. Классификация мобильных агрегатов.....	32
1.7. Рациональное агрегатирование машин .....	34
1.8. Общие положения комплексной механизации мобильных процессов .....	41
<b>Глава 2. Технология и расчет процессов основной и предпосевной обработки почвы.....</b>	<b>43</b>
2.1. Технология процессов основной обработки почвы .....	43
2.1.1. <i>Теоретические основы кинематики                 пахотных агрегатов.....</i>	<i>51</i>
2.2. Расчет пахотных агрегатов.....	62
2.3. Технологические основы процесса предпосевной обработки почвы .....	66
<b>Глава 3. Технологические расчеты процесса внесения удобрений.....</b>	<b>70</b>
3.1. Основы технологии внесения удобрений .....	70
3.2. Расчет технологических параметров процесса внесения минеральных удобрений.....	74
3.3. Расчет технологических параметров процесса внесения органических удобрений.....	78
<b>Глава 4. Технология и расчет процесса посева, посадки сельскохозяйственных культур.....</b>	<b>84</b>
4.1. Технологические основы процесса посева сельскохозяйственных культур .....	84
4.2. Расчет технологических параметров процесса посева.....	89
4.3. Особенности процесса посева и посадки пропашных культур.....	95

4.3.1. Расчет технологических параметров процесса посадки .....	103
<b>Глава 5. Основы расчета параметров технологического процесса по уходу за сельскохозяйственными культурами .....</b>	<b>107</b>
5.1. Особенности технологического процесса ухода за растениями .....	107
5.2. Расчет параметров процесса химической защиты растений от вредителей и сорняков .....	109
5.3. Расчет параметров процесса механической защиты сельскохозяйственных культур от сорняков .....	112
5.3.1. Расчет эксплуатационных параметров фрезерного культиватора .....	114
<b>Глава 6. Технологические расчеты уборочных процессов .....</b>	<b>119</b>
6.1. Уборка зерновых культур .....	119
6.1.1. Условие поточности уборочного процесса .....	127
6.1.2. Расчет рациональных режимов загрузки зерноуборочных комбайнов .....	131
6.1.3. Расчет параметров вспомогательных процессов .....	134
6.1.4. Выбор марки комбайна .....	144
6.1.5. Энергосбережение ресурсов при скашивании и обмолоте хлебной массы .....	151
6.2. Технологические особенности процесса уборки картофеля .....	154
6.2.1. Теоретическое обоснование режимов рациональной загрузки картофелеуборочных машин ...	158
6.3. Особенности процесса уборки трав на сено .....	163
6.3.1. Расчет процесса сеноуборочных работ .....	165
<b>Глава 7. Основы расчета технологических параметров процесса транспортировки грузов в растениеводстве .....</b>	<b>176</b>
7.1. Расчет классности перевозимых грузов .....	176
7.2. Расчет объема процесса транспортировки грузов .....	178
7.3. Расчет производительности транспортного средства ...	188
7.4. Расчет количества транспортных средств .....	196

<b>Глава 8. Техническое обеспечение</b>	
<b>мобильных процессов</b> .....	205
8.1. Обоснование оптимальных сроков выполнения мобильных процессов .....	205
8.2. Основы расчета технических норм выработки мобильных процессов .....	208
8.2.1. Дифференцирование норм выработки мобильных агрегатов при выполнении технологических операций .....	212
8.3. Оптимизация параметров мобильных агрегатов.....	214
8.4. Обоснование параметров мобильного агрегата по тяговой характеристике трактора .....	217
8.5. Разработка технологической карты по выполнению мобильных процессов.....	218
8.6. Графоаналитический расчет потребности аграрного предприятия в мобильной технике .....	223
8.7. Нормативный расчет потребности техники.....	232
8.8. Показатели эффективности использования мобильных агрегатов в аграрном производстве .....	234
8.9. Оценка эффективности мобильных процессов .....	237
<b>Приложения</b> .....	244
<b>Библиографический список</b> .....	260

## ВВЕДЕНИЕ

Рациональное использование ресурсов машинно-технологической системы аграрного производства является важнейшим стратегическим и приоритетным фактором повышения его эффективности. Реализация стратегии машинно-технологического обеспечения аграрного производства должна обеспечить рост валового производства в России к 2010-2012 гг. примерно в 2 раза с текущим периодом; сокращение парка тракторов при повышении их единичной мощности – уменьшить потребность в механизаторах в 1,2-2,3 раза; сокращение расхода топлива на 1 га почвообработки при применении новых технологий и машин – в 1,5-3,1 раза. Общая металлоемкость МТП единичного хозяйства, предположительно, снизится в 1,2-1,6 раза, а срок окупаемости капиталовложений должен составлять 2-3,5 года.

Чтобы выйти на прогнозируемый уровень, стоимость парка машин нового поколения для аграрного производства России оценивается суммой около 1 трлн руб., в том числе тракторы – 200-250 млрд руб., сельскохозяйственные машины для растениеводства – 400-500 млрд руб., машины и оборудование для животноводства – около 150 млрд руб., транспорт – около 80 млрд руб., мелиоративная техника и энергетическое оборудование – около 100 млрд руб.

Главный стратегический ресурс трех-четырёхкратного повышения производительности труда при 20% рентабельности производства сельскохозяйственной продукции к 2015-2017 гг. заключается в увеличении энерговооруженности труда и энергообеспеченности гектара пашни. Парк тракторов планируется довести до 0,95-1,1 млн шт. при средней мощности трактора 200 л.с. вместо 80 л.с. в существующем парке машин, а суммарная мощность тракторного парка должна составить 230 млн л.с. Количество зерноуборочных комбайнов планируется довести до 210-250 тыс. шт., основу которого составляют комбайны с про-

пусковой способностью 9-10 кг/с и двигателем мощностью 250 л.с. (50%) и комбайны с пропускной способностью 5-6 кг/с и двигателем мощностью 180 л.с. (35%). Для хозяйств с невысоким экономическим потенциалом планируется поставлять прицепные комбайны. Общая мощность зерноуборочных комбайнов составит 60 млн л.с., а общая мощность перспективного парка энергетических машин для аграрного производства составит около 300 млн л.с. (без автомобильного парка и специальных машин), что позволит обеспечить каждый гектар пашни энергетической мощностью около 3 л.с. (в настоящее время в странах ЕС этот показатель составляет 3 кВт/га). Предлагается комплектовать парк машин агропредприятий в зависимости от уровня технологии производства:

- простые технологии при низком уровне доходности хозяйств и урожайности до 20 ц/га;
- интенсивные технологии с применением минеральных удобрений до 120 кг/га д.в. и урожайностью до 30-40 ц/га;
- высокоинтенсивные технологии с урожайностью зерновых до 50-60 ц/га.

В перспективной машинно-технологической системе однооперационные агрегаты должны быть заменены универсально-комбинированными с быстрой сменой рабочих органов, что позволит сократить количество машин, например, для производства зерна с 20-30 до 5-6, при этом прогнозируется снижение капиталовложений в 1,5-2 раза.

В комплексе мер по внедрению передовых технологий в аграрное производство большое значение имеют рациональное комплектование соответствующих подразделений тракторами и сельскохозяйственными машинами, их правильная подготовка к полевым работам и эксплуатация. Между тем, как показывают многочисленные обследования хозяйств агропромышленного комплекса Российской Федерации, в этих вопросах допускается особенно много просчетов, приводящих в конечном итоге к недобору урожая и снижению его качества. В предлагаемом учебном пособии с учетом зональных особенностей Сибири и применяемого комплекса машин рассматриваются методические основы расчета мобильных процессов на основных операциях по возделыванию и уборке сельскохозяйственных культур. Чет-

кое выполнение методических положений обеспечит не только современное и высококачественное проведение всех мобильных процессов, но и уменьшит потребность в технике, рабочей силе, будет способствовать сокращению расхода топлива и других затрат.

Изучение и применение в практической работе инженерно-техническими работниками методических положений позволит обосновывать рациональные составы средств механизации и режимы использования агроагрегатов, обуславливающих своевременное и качественное выполнение мобильных процессов в растениеводстве, сокращение затрат ресурсов на производство его продукции.

# ГЛАВА 1. МОБИЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ РАСТЕНИЕВОДСТВА

## 1.1. Виды мобильных процессов

Выполняемые в аграрном производстве процессы подразделяют на мобильные и стационарные.

Мобильные процессы выполняются с постоянным перемещением машин по полю с помощью различных энергетических средств.

Стационарные процессы выполняются на заранее отведенных для этого местах (токах, силосных траншеях, башнях и др.) или в помещениях, без постоянного перемещения машин по полю.

Стационарные процессы по своему назначению могут быть разделены на четыре основные группы:

- 1) полевые производственные (молотьба, очистка зерна, погрузка, разгрузка и др.);
- 2) приготовление кормов;
- 3) уход за сельскохозяйственными животными;
- 4) первичная переработка продуктов растениеводства и животноводства.

Большое количество стационарных процессов относится к механизации животноводства.

Мобильные процессы в зависимости от назначения, подразделяются на следующие группы.

1. *Освоение территории и подготовка поля* имеют целью привести территорию, предназначенную для возделывания сельскохозяйственных культур, в требуемое состояние. Сюда относятся корчевка пней, срезание кустарников, удаление из почвы корней древесных пород, извлечение из почвы и сбор камней, срезание кочек и другие работы по подготовке земельных участков к обработке машинами.

Процесс подготовки поля к обработке машинами включает в себя разбивку территории на поля севооборотов, разметку загонов и другие работы.

2. *Мелиоративные работы* состоят из операций по производству осушительной сети на заболоченных участках, дрена-

жированию, первичной обработке осушительных участков и т.п. В эту группу входят также работы по рытью канав, строительству прудов и водоемов, изготовлению силосных траншей и ям, восстановлению и ремонту дорог, плотин и т.п.

Мелиоративные и землеройные работы обычно выполняются в периоды наименьшей напряженности полевых сельскохозяйственных работ.

3. *Полезацинтные мероприятия* включают в себя подготовку поля под посадки полезацинтных полос, посадку саженцев древесных пород, уход за полезацинтными насаждениями. К этой группе относятся и работы по снегозадержанию, накоплению влаги и борьбе с почвенной эрозией.

4. *Работы по орошению полей* связаны с подготовкой полей и оросительной системы на орошаемых земельных участках. К этим работам относятся планировка территории, нарезка постоянной и временной оросительной сети, заравнивание последней.

5. *Обработка почвы* охватывает большое количество полевых сельскохозяйственных работ, основное назначение которых состоит в создании условий, благоприятных для произрастания возделываемых сельскохозяйственных культур.

Технологическая сущность процессов обработки почвы, выполняемых сельскохозяйственными машинами, состоит в воздействии рабочих органов на почву в форме: а) подрезания пласта; б) оборачивания почвы; в) крошения почвенных пластов; г) перемешивания, выравнивания поверхности поля; д) поверхностного или глубокого рыхления почвы; е) уплотнения поверхности поля и др.

Иногда проводят аналогию между технологическими приемами обработки почвы и методами механической обработки металлов. Однако нет достаточных оснований отождествлять обработку металлов с обработкой почвы, физические свойства которых отличны от почвы. Для обработки почвы имеют большое значение такие технологические воздействия, как крошение, перемешивание и т.п., совершенно не соответствующие технологии обработки металлов.

Многие почвообрабатывающие орудия выполняют несколько операций. Плуг при вспашке осуществляет подрезание,

крошение, обрачивание пласта и частичное перемешивание почвы. Поэтому свое наименование процессы обработки почвы получили не от вида технологического воздействия на почву, а от орудий, которыми они выполняются.

По принятым наименованиям к процессам обработки почвы относятся: 1) вспашка в ее различных видах: с заделкой удобрений, без заделки удобрений, с почвоуглубителем, глубокая безотвальная, плантажная и т.п.; 2) перепашка; 3) лушение; 4) культивация; 5) дискование; 6) боронование; 7) шлейфование; 8) укатывание; 9) чизелевание.

6. *Внесение удобрений* включает в себя работы по выполнению сравнительно немногочисленных в настоящее время процессов химической и биологической обработки почвы. К ним относятся операции по внесению минеральных и органических удобрений и мероприятия по химической мелиорации почв, имеющие целью насытить ее кальцием (известкование, гипсование и др.).

7. *Посев и посадка сельскохозяйственных культур* представляет собой процессы, которые могут быть подразделены на посев семян, посадку корнеплодов, посадку рассады.

Процесс посадки относится к одной из наиболее сложных областей механизации сельскохозяйственного производства.

Посев, посадка и внесение удобрений имеют целью равномерное и закономерное распределение на определенной глубине семян, саженцев, клубней, удобрений в поверхностных слоях почвы, что достигается дозированием, рассеиванием и распределением материала, образованием борозд, внесением в них материала и последующей его заделкой.

8. *Уход за растениями* включает в себя большое количество операций по сплошной и междурядной обработке и подкормке сельскохозяйственных культур, по борьбе с сорняками, насекомыми-вредителями, болезнями и т.п. С дальнейшим развитием агрономической и биологической наук процессы этой группы работ будут еще более развиваться, так как результат сельскохозяйственного производства (т.е. урожай) после посева определяется в основном качеством питания растений и ухода за ними.

9. *Уборка урожая* возделываемых культур включает в себя кошение трав на сено, их сушку, сгребание и скирдование; раздельную и комбайновую уборку зерновых культур; тербление льна; уборку силосных культур и закладку силоса; уборку картофеля, свеклы и других корнеклубнеплодов и т.д. При выполнении этих процессов основная задача состоит в том, чтобы собрать весь биологический урожай без потерь и в возможно короткие сроки.

Убираемые продукты имеют различные физико-механические свойства, к тому же подверженные значительным изменениям; большие массы этих продуктов необходимо транспортировать иногда на значительные расстояния. Некоторые уборочные процессы до сих пор остаются немеханизированными (уборка плодов, винограда) или частично механизированными (уборка некоторых овощей).

10. *Транспортные работы* связаны с транспортировкой различных грузов, продуктов урожая, а также самих машин, которая неизбежна при выполнении любого мобильного сельскохозяйственного процесса.

## **1.2. Проектирование мобильных процессов**

Все работы при возделывании той или иной культуры можно разбить на три группы:

а) *общего назначения*, которые необходимы не только при возделывании данной культуры, но и при возделывании других культур (например, вспашка, предпосевная обработка почвы, внесение удобрений и др.);

б) *специальные*, выполняемые только при возделывании данной культуры (посев зерновых, посадка картофеля, уборка зерновых и т.п.);

в) *вспомогательные* – главным образом, транспортные и погрузочно-разгрузочные работы.

Соответственно, различают и машины общего назначения, специальные и вспомогательные.

Материально-технической основой аграрного производства является система машин. Она представляет набор взаимосвязанных между собой по технологическому процессу и произво-

длительности различных машин (приспособлений), применение которых обеспечивает законченный цикл производства сельскохозяйственной продукции высокого качества в оптимальные агротехнические сроки и с минимальными затратами труда и средств.

Систему машин постоянно совершенствуют в соответствии с достижениями науки и передового опыта, так как она должна отвечать требованиям неуклонного повышения урожайности, снижения затрат труда и себестоимости продукции, а также повышения производительности и улучшения условий труда механизаторов.

*Основные принципы рационального построения мобильных процессов:*

а) непрерывность работы или движения обрабатываемого материала; б) согласованность операций во времени и пространстве; в) наиболее полная загрузка всех звеньев процесса; г) наименьший материал- и машино- грузооборот. Для поточного процесса характерен принцип ритмичности операций.

Непрерывность – это подход, при котором производственный процесс организуют так, чтобы обрабатываемый материал (от одной машины к другой) или сами машины (при неподвижном материале) перемещались непрерывно (учитывая при этом не только механическую, но и биологическую обработку).

Для сохранения непрерывности необходимо, чтобы количество обработанного материала в различных его звеньях было бы одинаково в любой момент времени. В полевых сельскохозяйственных процессах непрерывность носит пульсирующий характер, при котором обрабатываемый материал от одной машины к другой движется определенными дозами, частями.

Согласованность во времени предполагает выполнение каждой операции в ходе процесса в строго определенное время с соблюдением необходимых интервалов между ними.

Наиболее полная загрузка всех звеньев технологического процесса предусматривает расчленение процесса, обеспечивает высокую производительность машин и труда (как в целом по всей технологической линии, так и по отдельным ее элементам, участкам). Загрузку здесь следует относить к продолжительно-

сти операций, к пропускной способности машин, к мощности и другим показателям работы агрегатов.

Наименьший материал- и машино- грузооборот сельскохозяйственных процессов характеризуется взаимосогласованными сборочными, распределительными и транспортными операциями. Большая часть затрат труда, механической работы и средств при этом связана с перемещением машин и обрабатываемого материала.

По характеру движения обрабатываемого материала и другим признакам процесс может быть монотонным, непрерывно-пульсирующим и последовательным.

*Монотонный* процесс характеризуется непрерывным движением обрабатываемого материала. Количество материала в отдельных звеньях процесса и его качество при этом остаются постоянными в любой момент времени.

*Непрерывно-пульсирующий* процесс обуславливается тем, что обрабатываемый материал в машинах, осуществляющих группу технологических операций, движется непрерывно. Для передачи в транспортные средства или машины, выполняющие последующие группы операций, обрабатываемый материал накапливается (сосредоточивается). При этом машины между собой сопряжены, т.е. разгрузка из одной (например, зерноуборочного комбайна) обеспечивается погрузкой в другую (в транспортные средства). Материал движется непрерывно, но отдельными порциями, пульсациями.

Последовательный процесс основан на том, что одна операция отделена от другой по времени, а обрабатываемый материал движется с перерывами. Примером является производственный процесс возделывания любой сельскохозяйственной культуры.

Поточность технологии характеризуется непрерывностью потока, при которой производительность по всем звеньям комплекса должна быть равной, т.е.

$$\sum W_c = nW_q T = n_1 W_{q_1} T_1 = n_2 W_{q_2} T_2 = \dots = n_m W_{q_m} T_m, \quad (1.1)$$

где  $\sum W_c$  – суммарная производительность звена потока за сутки в единицах площади или в единицах массы (основного и дополнительного продукта);

$W_q$  – часовая производительность в тех же единицах;  
 $n$  – число агрегатов или транспортных единиц;  
 $T$  – суточная продолжительность работы агрегата, ч;  
индексы 1, 2, ...,  $m$  обозначают отдельные составляющие звенья потока (группы одноименных или однотипных машин).

Для определения такта производственного процесса, состоящего из нескольких звеньев, выбирают основное (ведущее) звено и по его суточной производительности рассчитывают потребное число других звеньев.

Непрерывность потока обеспечивается, если производительность звеньев одинаковая или кратная. Когда производительность предыдущих звеньев выше, чем последующих, возникает условно-поточная организация производственных процессов технологического цикла с образованием так называемого задела.

Исходными данными для всех этих расчетов мобильных процессов являются плановые сроки работы, обрабатываемые площади полей, урожайность и соотношение между основным и дополнительным продуктами, расстояния перевозок материалов, нормы производительности на основных, вспомогательных и транспортных процессах производственного цикла.

### *Пути совершенствования мобильных процессов*

Чтобы повысить производительность и качество выполняемой работы, снизить затраты труда и средств, улучшить условия труда, процессы при проектировании постоянно совершенствуются за счет принципиального изменения самого процесса, улучшения конструкций и повышения надежности машин, применения комплексных и универсальных агрегатов, уменьшения количества проходов тяжелых машин и т.д.

Возделывание, например, зерновых культур предусматривает выполнение многих операций, связанных с перемещением тракторов и машин по полю и воздействием их на почву, причем все операции (вспашка, внесение удобрений, предпосевная культивация, боронование, выравнивание и прикатывание поверхности, посев) выполняют, как правило, отдельно. В результате этого затрачивается много труда и энергии, и, главное, при

многократном воздействии на почву тракторных агрегатов ухудшается структура почвы, снижается ее плодородие. Подсчеты показывают, что суммарная площадь полос под колесами и гусеницами машин за цикл возделывания сельскохозяйственных культур превышает саму площадь возделывания. В ряде случаев разрыв между технологическими операциями по обработке почвы создает благоприятные условия для развития сорняков, которые произрастают раньше, чем культурные растения, и забирают от них значительную часть питательных веществ и влаги.

Вот почему для минимизации обработки почвы важно создавать и использовать комбинированные агрегаты, выполняющие одновременно (за один проход) несколько операций, а также применять почвенные гербициды, безотвальную вспашку и др. Для этой цели применяют различные комбинированные агрегаты, например, агрегат шириной захвата 3,6 м, объединяющий культиватор, активную борону, работающую от ВОМ трактора, и зерновую сеялку. Созданы агрегаты, которые выполняют одновременно пять технологических операций: внесение минеральных удобрений, рыхление пахотного слоя, выравнивание и прикатывание почвы, высеv зерна. Имеются агрегаты, комбинирующие выполнение операций только при предпосевной обработке почвы – культивацию, выравнивание и прикатывание почвы и т.д.

Исследования показывают, что применение комбинированных агрегатов позволяет снизить затраты труда на 30-50%, расход топлива на 20-30%, металлоемкость на 20-25%, а урожайность многих культур повысить на 10-15%.

В целом основные приемы минимальной обработки почвы заключаются в следующем:

- применение комбинированных агрегатов;
- сокращение количества и глубины обработок почвы, замена отвальных обработок безотвальными и поверхностными путями использования плоскорезов, культиваторов различного типа, лушpильников, дисковых борон, фрез и др.;
- широкое применение высокоэффективных гербицидов для химической борьбы с сорняками и вредителями, позволяю-

щее отказаться от механических обработок междурядий и рядков при возделывании пропашных и других культур;

- уменьшение обрабатываемой поверхности (полосное земледелие и др.);

- посев в необработанную почву, особенно на рыхлых черноземах, с одновременным внесением удобрений и гербицидов.

Минимализация обработки почвы имеет и другое важное народно-хозяйственное значение – за счет снижения общей энергоемкости технологии по возделыванию и уборке сельскохозяйственных культур значительно экономятся топливно-энергетические ресурсы.

### **1.3. Разработка операционной технологии мобильных процессов**

Операционные технологии и правила производства механизированных работ составляют с учетом достижений науки и передового опыта в области использования техники. Как правило, операционные технологии включают в себя следующие основные элементы: агротехнические требования к выполнению данной операции, рациональное комплектование и подготовку агрегатов к работе, подготовку поля, работу агрегатов в загоне, контроль качества выполняемой работы, указания по охране труда (технике безопасности и противопожарным мероприятиям).

**Агротехнические требования** (прил. 1) устанавливают качество проведения сельскохозяйственных работ. При этом определяющим должно быть получение максимального количества продукции и повышение плодородия почвы.

В операционной технологии агротехнические требования представлены следующими основными показателями: а) сроками и продолжительностью работы; б) технологическими параметрами, характеризующими качество сельскохозяйственной операции; в) показателями, определяющими расход материалов (семян, топлива, удобрений и т.д.) и допустимые потери продукта (степень дробления зерна, недомолот зерна и др.).

На выполнение агротехнических требований могут влиять внешние условия работы (состояние поля, рельеф местности,

физико-механические свойства обрабатываемого материала и др.) и эксплуатационные режимы работы (скорость, равномерность и прямолинейность рабочего хода, способ движения и др.).

Операционные технологии должны предусматривать такие эксплуатационные режимы и регулировки машин, которые бы при данных внешних условиях лучшим образом обеспечивали выполнение агротехнических требований. Последние можно уточнять в зависимости от конкретных условий, совершенствования машин и технологии работ.

**Составление и подготовка агрегатов.** Агрегаты комплектуют из числа машин, имеющихся в хозяйстве. Составы агрегатов и режимы их работы определяют расчетом или выбирают по справочным материалам.

Подготовка агрегата к работе включает в себя следующие операции: подготовка трактора, сцепки и машин; проверка технического состояния трактора, сцепки и машин, входящих в агрегат, и установка рабочих органов машин; составление агрегата в натуре и при необходимости оснащение его дополнительными устройствами (маркерами, следоуказателями, визирными приспособлениями и др.); опробование агрегата на холостом ходу и в работе.

При составлении агрегата в натуре необходимо правильно сочетать колею трактора с расстановкой рабочих органов машин.

Для получения наибольшей производительности выбирают оптимальную скорость движения агрегата. Ограничениями являются предельные (или оптимальные) скорости по мощности двигателя  $v_{lim}$ , пропускной способности агрегата  $v_{lima}$ , агротехническим и другим требованиям  $v_{lim}$ . Последнее ограничение обусловлено, главным образом, тем, что скорость (а также равномерность) движения агрегата в значительной мере определяет качество работы. Превышение скорости  $v_{lim}$  приводит к недопустимому снижению урожайности.

При изменении технологии работ или конструкции машин значения  $v_{lim}$  могут изменяться.

**Подготовка поля.** При подготовке поле осматривают и устраняют причины (препятствия), которые могут снизить качество или создать неблагоприятные условия для работы агрегата; выбирают способ и направление движения, по которому устанавливают расположение загонов; отбивают поворотные полосы, устанавливают вешки и нарезают контрольные борозды при гоновом движении; разбивают поле на загоны и делают прокосы на поворотных полосах или углах загонов при уборке и провешивании линий первого прохода агрегата.

При осмотре намечают мероприятия по очистке поля от остатков соломы, половы, крупных сорняков, камней и т.д. Неустранимые препятствия, рвы, овраги, заболоченные места, кустарник и камни-валуны, которые могут привести к аварии и поломке машин, следует оградить и поставить около них предупредительные знаки.

Способы и направления движения агрегата выбирают по разбивке поля на загоны. При выборе направления движения агрегата необходимо учитывать направление предыдущей обработки, конфигурацию поля и применяемые машины, а также меры по предупреждению обрабатываемого участка от водной эрозии.

Способ движения выбирают с учетом требований агротехники, состояния полей и применяемого агрегата так, чтобы он обеспечивал наибольшую производительность и наилучшие качественные показатели. При этом стремятся к удобству технического и технологического обслуживания агрегата, учитывают размер поворотных полос, требующих дополнительной обработки, и другие показатели.

Поворотные полосы отбивают после выбора направления основного движения агрегата для работы гоновыми способами. Если в процессе выполнения операции имеется возможность выехать за пределы поля, поворотные полосы не отбивают.

При загонных способах движения важно тщательно разбить поле на загоны. Работа на загонах, размеченных без провешивания первых проходов агрегата и границ, сопровождается искажением прямолинейности рабочих ходов, а это, в свою очередь, ведет к снижению выработки и к повышенному расходу топлива; ухудшается и качество обработки.

Для разметки первых проходов и границ поворотных полос, а также для обозначения границ между загонами и других вспомогательных линий применяют вешки, колышки, двухметровку, эккеры, угольники и другой инструмент.

При разбивке полей необходимо намечать загоны параллельно длинной стороне участка, так как с увеличением длиныгона возрастает производительность агрегата. Однако не следует увлекаться длинными загонами, при которых затрудняются техническое, технологическое и другие виды обслуживания агрегата.

**Работа агрегатов в загоне.** В операционной технологии указывают выполняемые регулировки агрегата в загоне (при первом и последующих проходах); порядок его работы, в том числе и при обработке поворотных полос; применяемые режимы, способы движения и др.

Порядок работы агрегата в загоне включает в себя вывод на линию первого прохода, перевод из транспортного положения в рабочее, первый проход, перевод из рабочего положения в транспортное, выполнение поворота и выход на линию очередного прохода.

Таблица 1.1

Операционная технологическая карта

Показатели (наименование, единица измерения)	Значение показателя	Схема
1	2	3
<b>Условия работы (исходные данные)</b> Площадь поля, га Длина и ширина поля, м Уклон, град. Удельное сопротивление, кН/м <sup>2</sup> Расстояние перевозки, км		
<b>Агротехнические нормативы (параметры) и допустимые отклонения их от номинала</b> Глубина обработки или высота среза с указанием пуска, см Норма высева, кг/га Засоренность, качество материала, степень дробления		Агрегат в плане

Окончание табл. 1.1

1	2	3
<b>Состав, технологическая характеристика основного и вспомогательного машинно-тракторных агрегатов</b> Марка трактора Марка машины и число машин в агрегате Марка сцепки		Регулировка рабочих органов
Ширина захвата и длина агрегата, м Пропускная способность, кг/с Объем бункера, м <sup>3</sup> Регулировки (технологические) Радиус поворота, м		
<b>Состояние поля и схема движения агрегата</b> Способ движения Виды поворотов Подготовка поля к работе Оптимальная ширина загона, м Число загонов Ширина поворотных полос, м Коэффициент рабочих ходов		Общий вид поля и способ движения агрегата
<b>Режим работы и показатели производительности</b> Скорость движения агрегата, км/ч Составляющие баланса времени смены, ч Производительность за цикл, рейс, смену, кг Расход топлива, кг/га		
<b>Контроль качества работы</b> Приборы и инструменты Методика измерений и вычислений		
<b>Оплата труда механизаторов</b> Основная оплата Доплаты за своевременность и качество работ		

Примечание. Перечень показателей может быть дополнен.

#### **1.4. Основы проектирования рациональной технологии возделывания сельскохозяйственных культур**

Понятие «**технология**» означает совокупность приемов при возделывании сельскохозяйственных культур, начиная с подготовки почвы и посева и заканчивая уборкой и обработкой полученной продукции. Технология включает в себя перечень материально-технических средств и экономические показатели, которые отражаются в технологических картах.

Рациональные технологии отличаются от обычных, традиционных, тем, что они базируются не на применении отдельных эффективных приемов, а на комплексном использовании достижений науки, техники, передового опыта на всех этапах производства продукции.

Рациональные технологии возделывания сельскохозяйственных культур характеризуются поточностью производства, комплексностью применения факторов интенсификации, оптимальной механизацией, оперативностью выполнения механизированных работ; они опираются на биологические характеристики растений по фазам развития, учитывают требования растений к условиям среды и удовлетворяют их, позволяют управлять процессом формирования урожая и качества продукции, программировать урожай.

**К факторам рациональной технологии** относятся размещение посевов по лучшим предшественникам; использование высокоурожайных сортов с хорошим качеством зерна; полное обеспечение растений элементами минерального питания; дробное внесение азотных удобрений в период вегетации по результатам почвенной и растительной диагностики; применение интегрированной системы защиты растений от сорняков, вредителей и болезней; точное соблюдение норм, сроков и способов внесения удобрений и средств защиты растений; своевременное и качественное выполнение технологических приемов по защите почв от эрозии, накоплению влаги, созданию благоприятных условий для развития растений.

*Рассмотрим научные основы рациональной технологии на примере возделывания яровой пшеницы.* Сорт выбирают с учетом его пригодности для возделывания по рациональной технологии: районированный или перспективный высокоурожайный

сорт, отзывчивый на высокий агрофон, устойчивый к полеганию, к вредителям и болезням, отвечающий требованиям к сильной, ценной или твердой пшенице.

Высокое требование предъявляют к семенам. Они должны быть только первого класса посевных кондиций, иметь массу 1000 шт. не менее 40 г и силу роста не менее 80%, лабораторную всхожесть – не менее 95%. Только такие семена обеспечивают высокую полевую всхожесть и сохранность растений к уборке.

Срок посева выбирают с учетом биологических особенностей сорта, гибрида в зависимости от погодных условий. Преждевременный или поздний посев резко снижает урожайность.

Биологического обоснования требуют сроки и способы уборки. От этого во многом зависят и полнота сбора выращенного зерна, и сохранение его качества.

Перед уборкой проводят учет биологического и фактического урожая зерна. Особое внимание уделяют качеству зерна. Выделяют массивы (поля) пшеницы с высоким качеством зерна (сильная, ценная) еще на корню, затем качество зерна проверяют на току и в заготовительных организациях.

Прежде чем освоить технологию, необходимо провести большую агрономическую подготовительную работу.

Для поля, на котором будут размещены посевы пшеницы, составляют паспорт. В нем приводятся агрохимические показатели почвы (количество фосфора, калия, микроэлементов, реакция почвенного раствора) и фитосанитарное состояние (засоренность, болезни и вредители).

Составляют план комплексного применения средств химизации (определяют нормы и виды удобрений для получения рассчитанного уровня урожая, время и приемы их внесения). Далее приведены примеры оформления вышеперечисленных документов.

Разрабатывают интегрированную систему защиты посевов озимой пшеницы от вредителей, болезней, сорняков и полегания.

Обучают механизаторов и агрономов правильному и полному применению рациональной технологии.

Заранее готовят сельскохозяйственную технику, посевной материал, органические, минеральные удобрения и микроудобрения, пестициды и ретарданты.

## ПАСПОРТ ПОЛЯ

Район \_\_\_\_\_

Хозяйство \_\_\_\_\_

Севооборот \_\_\_ Поле № \_\_\_ Участок № \_\_\_ Площадь \_\_\_ га

Почва \_\_\_\_\_ Механический состав \_\_\_\_\_

Пахотный слой \_\_\_\_\_ см

Предшественник \_\_\_\_\_ Удобрение предшественника \_\_\_\_\_

Культура \_\_\_\_\_ Сорт \_\_\_\_\_ Планируемая урожайность \_\_\_\_\_ Год возделывания \_\_\_\_\_

### Агрохимические показатели. Дата обследования

Содержание гумуса, %	По P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	По K <sub>2</sub> O	NO <sub>3</sub> в слое см	рН солевой	Микроэлементы		
	мг на 1 кг почвы						

### Фитосанитарное состояние. Дата обследования

Виды сорняков	Засоренность					Болезни			Вредители	
	Площадь с наличием на 1 м <sup>2</sup>					наименование	Распространение, %	Степень заражения, %	наименование	Численность на 1 м <sup>2</sup>
	До 5	5-15	15-50	50-100	Более 100					

### План применения удобрений, пестицидов, ретардантов

Наименование средств	Дозы на 1 га по видам	Общая потребность	Сроки и способы внесения	Используемая техника, агрегаты	Исполнитель

*Реализация внедрения рациональной технологии.* Для получения высокого экономического эффекта от применения технологии необходима полная реализация всех намеченных мероприятий этого сложного комплекса.

Система земледелия в хозяйстве должна быть научно-обоснованной.

Посевы размещают по лучшим предшественникам в системе севооборотов. Лучшими считаются чистые и занятые пары, а также другие предшественники, обеспеченные достаточным запасом влаги.

Проводят тщательную обработку почвы. Требования к обработке: измельчение почвы (размеры комочков должны быть от 1 до 5 см), выравнивание поверхности, разделка борозд и гребней, сохранение влаги в почве.

Необходимо правильно определить нормы высева в расчете на конечную предуборочную густоту продуктивных стеблей (колосьев).

Предпосевная подготовка семян должна быть особенно тщательной: протравливание + тур, инкрустирование и др.

Применяют интегрированную защиту растений. Необходимость проведения мер борьбы с болезнями, вредителями и сорняками определяют с учетом прогноза их развития, а сроки внесения и дозы пестицидов уточняют по данным текущих обследований и оценке фитосанитарного состояния посевов.

Уборку нужно проводить в сжатые сроки отдельным способом или прямым комбайнированием.

Необходимо формировать товарные партии зерна высокого качества.

Строгое соблюдение технологической дисциплины – обязательное условие рациональной технологии.

Ориентировочное определение действительного возможного урожая (ДВУ) по влагообеспеченности посевов можно рассчитать по формуле, т/га

$$ДВУ = \frac{10W_0 0,7}{K_w}, \quad (1.2)$$

где  $W_0$  – среднегодовое количество выпадающих в зоне осадков, мм;

0,7 – коэффициент полезности осадков;

$K_w$  – коэффициент водопотребления.

Коэффициент водопотребления равен коэффициенту транспирации растений плюс испарение с поверхности почвы. Коэффициент водопотребления изменяется по годам в зависимости от складывающихся условий и от биологии культуры. Например, в ЦЧЗ для озимой пшеницы он составляет 400-450, для озимой ржи – 350-400, для яровой пшеницы – 400. Количество среднесуточных осадков и коэффициент стока можно получить на ближайшей от хозяйства метеостанции.

Рассчитывают норму высева, при которой обеспечивается формирование проектируемой урожайности, по формулам, млн зерен/га

$$H = \frac{100Y}{(ПКВ)P_B}, \quad (1.3)$$

или, кг/га

$$H = \frac{100YA}{(ПКВ)P_B}, \quad (1.4)$$

где  $Y$  – планируемая урожайность, т/га;

$P$  – масса зерна одного колоса (метелки), г;

$K$  – продуктивная кустистость;

$P_B$  – полевая всхожесть, %;

$B$  – выживаемость растений, %;

$A$  – масса 1000 зерен, г.

Этой же формулой можно пользоваться для объективного и наглядного прогнозирования уровня урожайности в процессе вегетации и перед уборкой зерновых культур.

Для получения высокого урожая зерна в структуре посевов озимых хлебов к уборке должно быть 550-650, а яровой пшеницы – 300-400 плодоносящих стеблей на 1 м<sup>2</sup>. Оптимальное число продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup> – один из главных факторов формирования высокого урожая.

**Расчет норм минеральных удобрений при рациональной технологии.**

Удобрения – важный фактор повышения урожайности и улучшения качества зерна.

Норму внесения удобрений рассчитывают по формуле

$$D = Y_n H_p K_n, \quad (1.5)$$

где  $D$  – норма удобрения, кг д.в/га;

$Y_n$  – планируемая урожайность, т/га;

$H_p$  – нормативный расход удобрений на получение 1 т урожая, кг;

$K_n$  – поправочный коэффициент на агрохимические свойства почвы.

Поправочные коэффициенты на агрохимические свойства почвы составляют при среднем содержании фосфора и калия – 1,3; при повышенном – фосфора – 1 и калия – 0,7; при очень высоком – 0,5.

При внесении органических удобрений под озимую пшеницу нормы минеральных удобрений уменьшают с учетом количества внесенного навоза и содержащихся в нем питательных веществ. Расчет ведут по формуле

$$D = Y_n H_p K_n - \frac{D_n C_n K_n}{100}, \quad (1.6)$$

где  $D_n$  – количество навоза, т/га;

$C_n$  – содержание питательных веществ в 1 т навоза, кг

(в среднем азота – 4,5-5, фосфора – 2,3-2,5, калия – 5-6);

$K_n$  – коэффициент использования питательных веществ из навоза в первый год, % (азота – 20-30, фосфора – 40, калия – 60).

Рациональная технология выращивания урожая предусматривает не только оптимизацию основных условий жизнедеятельности растений в период их вегетации, но и активное управление процессами формирования урожая.

## 1.5. Общие положения энергосберегающих технологий

Значительное влияние на развитие теории и практики минимализации обработки почвы оказали новаторские приемы, разработанные почетным академиком ВАСХНИЛ Т.С. Мальцевым. Предложенные им безотвальные и поверхностные обработки почвы оказались весьма эффективными в земледелии.

Наиболее полно принципы минимализации воплощены в почвозащитной технологии обработки почвы, разработанной коллективом ученых во ВНИИ зернового хозяйства под руководством академика ВАСХНИЛ А.И. Бараева. Она заключается в безотвальной обработке почвы с мульчированием стерни и посевом специальными сеялками.

В современном земледелии минимальной обработке почвы главным образом способствует технология с применением почвенных гербицидов. Без них в настоящее время фактически нельзя разработать прогрессивных приемов возделывания сельскохозяйственных культур с наименьшими трудовыми и энергетическими затратами.

Результаты проведенных исследований позволяют констатировать, что при достаточном выпуске минеральных удобрений и химических средств борьбы с сорной растительностью (гербицидов) можно сократить или полностью исключить механическую обработку почвы, включая операции по уходу за растениями.

Сравнительное представление о традиционной, минимальной, нулевой технологии обработки почвы представлено в таблице 1.2.

### *Опыт минимализации обработки почвы*

Положительный опыт творческого применения элементов минимализации обработки почвы и на этой основе – энергоресурсосбережения накоплен в 1997-1998 гг. в сельскохозяйственном кооперативе «Искра» Алейского района Алтайского края.

В течение трех лет почва обрабатывалась осенью и весной только на глубину заделки зерна, вся солома в процессе уборки разбрасывалась по поверхности поля с последующим измельчением КИР-1,5 со снятым конусом для лучшего рассеивания измельченной массы.

После этого использовался дисковый луцильник ЛДГ-15 с максимальным углом атаки (35°) и дополнительным грузом для устойчивого заглубления.

Таблица 1.2

Сопоставимые показатели использования различных технологий возделывания зерновых культур (энергосредство – трактор Т-4А; Т-402)

№	Наименование технологической операции	Используемая технология											
		традиционная					минимальная					нулевая	
		состав агрегата	расход топли- ва, кг/га	затраты труда , чел. час/га	состав агрегата	расход топли- ва, кг/га	затраты труда , чел. час/га	состав агрегата	расход топли- ва, кг/га	затраты труда , чел. час/га	состав агрегата	расход топли- ва, кг/га	затраты труда , чел. час/га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
1	Лушение (боронование стерни)	Сцепка СП-16-16 + 4 шт. БИГ-3	2,2	0,1	-	-	-	-	-	-			
2	Осенняя основ- ная обработка почвы	Плоскорез КПП-2-150	14,0	0,63	Культиватор КД-6,2	4,6	0,16	-	-	-			
3	Ранневесеннее боронование (лушение)	СП-16 + 4 шт. БИГ-3	2,2	0,1	Лушительник ЛДП-15 СП-16 + 4 БИГ-3	3,2 2,2	0,22 0,1	-	-	-			
4	Предпосевная культивация	СП-10+2 КПЭ-3,8 (КТС-10-1)	3,8	0,15	Культиватор КД-6,2	3,8	0,15	-	-	-			
5	Предпосевное прикатывание	СП-16 + катки ЭКШ-6	1,2	0,07	-	-	-	-	-	-			
6	Посев с прика- тыванием	СП 10+СЭС-2,1 или СЭП-3,6	4,0	0,41	СП 10 + СЭС-2,1 или СЭП-3,6	4,0	0,41	Сеялка- культиватор прямого посева СКСС-3,6	5,2	0,29			
7	Довсходовое боронование	СП-16+борова БЭС	2,4	0,1	СП-16 + БЭС	2,4	0,1	СП-16+БЭ	2,4	0,1			

Окончание табл. 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	Боронование по всходам	СП-16 + БЗЛ	2,2	0,1	СП-16+БЗЛ	2,2	0,1	СП-16 + БЗЛ	2,2	0,1
9	Гербицидная обработка	Тр-р МТЗ-80 + опрыск. ОП-18	2,4	0,2	Авто УАЗ-452 + опрыск. ОРМ-24	0,5	0,078	Авто УАЗ-452 + опрыск. ОРМ-24	0,5	0,078
10	Косовина хлеба в валок	«Енисей» + жатка ЖВН-6	4,1	0,36	Тр-р МТЗ-80 + жатка ЖВН-9,1	1,7	0,25	Тр-р МТЗ-80 + жатка ЖВН-9,1	1,7	0,25
11	Обмолот валков	Комб. «Енисей-1200»	5,0	0,41	Комб. «Дон-1500»	4,8	0,25	«Дон-1500»	4,8	0,25
12	Общий расход горючего (по технологии)		44,3			28,0			16,8	
13	Общие трудовые затраты (по технологии)			2,63			1,72			1,07
14	Сокращение потребности против традиционной технологии: в ГСМ в трюдах; в трудах					1,58 раза	1,5 раза		2,6 раза	2,45 раза
15	Освоение энергосберегающих технологий одним хозяйством, имеющим 5 тыс. га зерновых позволит сэкономить					81,5 тонн горючего	4550 чел.-ч труда		137,5 т горючего	7800 чел.-ч механиз. труд

По мере отрастания многолетних сорняков обработки повторялись уже культиватором КПЭ-3,8 в агрегате с универсальными катками.

Для обеспечения нужной глубины обработки почвы каждый культиватор КПЭ-3,8 оборудовался ограничителем заглубления – «ноу-хау» В.И. Кретьова.

Рано весной, как только появляется возможность выполнять полевые работы, проводилось закрытие влаги луцильником ЛДГ-15 с минимальным углом атаки (10-15°) с последующим боронованием. Этим приемом в кооперативе добиваются лучшего прогревания почвы, ускорения прорастания сорняков, создания мульчирующего слоя почвы в 2-3 см, который надежно снижает испарение почвенной влаги из нижележащего горизонта.

Предпосевная обработка на глубину 4-5 см производилась культиватором КПЭ-3,8 (оборудован ограничителем заглубления) с универсальным катком Большереченской агроремтехники. Посев производился сеялками СЗП-3,6 с нормой высева 2,5-2,7 млн зерен на 1 га при скорости 5-6 км/час.

Перед посевом семена пшеницы обрабатывались биостимулятором «СИЛК».

После посева проводилось довсходовое и повсходовое боронование с целью уничтожения всходов сорняков и разрыхления корки.

На полях, где после появления всходов пшеницы и других зерновых появлялись просовидные сорняки, проводили еще одно боронование. При этом укоренившиеся в плотной почве всходы зерновых боронованием не повреждаются и не выбираются даже в фазе трубкования культуры.

Основы энергоресурсосберегающей технологии широко применены на обработке пласта многолетних трав и паровых полей.

В кооперативе 7 лет не применяют минеральные удобрения, 3 года – гербициды, а урожайность с зернового поля в 2 раза выше, чем по району и соседним хозяйствам (1998 г. – 17,7 ц/га, по району – 9; 1999 г. – 14,2 ц/га, по району – 7,5).

Результаты работы кооператива заинтересовали многих. Здесь проводятся краевые семинары. Сюда едут учиться руководители и специалисты хозяйств.

Накопленный опыт убедительно свидетельствует о высокой эффективности энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, и это сейчас магистральное направление в развитии земледелия.

## 1.6. Классификация мобильных агрегатов

Мобильный агрегат представляет собой сочетание рабочих органов машин-орудий с механическим или электрическим источником энергии посредством передаточного механизма (силовой передачи) для выполнения одной или одновременно нескольких технологических операций.

При выполнении мобильных (подвижных) производственных процессов в основном применяют машинно-тракторные агрегаты (МТА), в которых энергетической частью служит трактор. Разновидностью мобильных агрегатов являются самоходные агрегаты, у которых все три главные части конструктивно объединены (агрегаты с самоходными шасси, самоходные машины). В соответствии со способами производства сельскохозяйственных работ машинно-тракторные агрегаты подразделяются (классифицируются):

1. По наименованию выполняемой работы (пахотные, посевные, уборочные и т.д.). В зависимости от состава машин агрегаты делятся на простые и комплексные.

*Простым* называется агрегат, который предназначен для выполнения только одной технологической операции, например, вспашки, посева и т.д.

*Комплексным* следует называть агрегат, составленный из нескольких разноименных машин и выполняющий одновременно несколько последовательных по своему характеру технологических операций (культивация + боронование + прикатывание + посев), а комбайновый – одной машиной.

2. По роду соединения машин-орудий с машиной-двигателем агрегаты подразделяются на навесные, полунавесные и прицепные:

а) у *навесного* агрегата машина-орудие навешивается на трактор и не имеет собственной ходовой части: ее вес в транс-

портном положении полностью воспринимается трактором **(ДТ-75М + ПЛН-4-35)**;

б) *полунавесным* называется агрегат, у которого одна (значительная) часть веса машины-орудия воспринимается трактором, а другая часть веса – специальными ходовыми колесами **(Т-4А + ПЛП-6-35)**

в) *Прицепным* называется агрегат, у которого машина-орудие имеет собственную ходовую часть, воспринимающую полностью вес машины-орудия и предназначенную для ее передвижения **(К-701 + ЛДГ-20)**.

3. По характеру использования энергии:

а) *тяговым* называется агрегат, у которого мощность источника энергии используется только на тягу машин-орудий; пахотные, культиваторные агрегаты **(К-701 + КШУ-18)**;

б) *тягово-приводным* называется агрегат, у которого мощность используется одновременно на тягу и привод рабочих органов от ВОМ (уборочный агрегат **ДТ-75М + КСС-2,6**).

4. По размещению машин относительно источника энергии (трактора, самоходного шасси):

а) *асимметричным* называют агрегат, у которого ось источника энергии не проходит через ось симметрии машины **(МТЗ-82 + КС-1,8)**;

б) *симметричным* называется агрегат, у которого ось источника энергии проходит через ось симметрии машины-орудия **(МТЗ-80 + СУПН-8)**.

Стационарные агрегаты выполняют сельскохозяйственные работы, находясь неподвижно. В промежутках между выполнением технологических операций их можно перемещать (стационарно-передвижные агрегаты) с одного участка на другой (картофелесортировальный передвижной пункт КСП-15В). Машинно-тракторные агрегаты должны быть достаточно маневренными и обладать в местных условиях хорошей проходимостью при переездах с одного участка на другой; они должны также обеспечивать нормальные условия труда и безопасность работы.

В современном сельскохозяйственном производстве используются различные машины, оборудование и энергетические средства.

## 1.7. Рациональное агрегатирование машин

Машинно-тракторный агрегат должен отвечать следующим требованиям:

- выполнение работы в строгом соответствии с агротехникой;
- обеспечение наивысшей для данных условий производительности при наименьших затратах труда и средств;
- агрегат должен быть удобным в обслуживании.

### *Тяговые показатели тракторов*

Наиболее оптимальные значения степени использования тягового усилия трактора, при которых достигают максимальной производительности и минимального расхода топлива, в среднем составляют 0,92-0,96 номинальных значений, приводимых в тяговых характеристиках и технических справочниках.

Влияние различных почв на тяговые свойства тракторов обуславливается прочностью несущей поверхности почвы. Почвы по степени прочности несущей поверхности разделяются на три группы: слабые, средние и прочные. Прочные обеспечивают наилучшие условия использования тягового усилия трактора. На слабых почвах тяговое усилие значительно снижается ввиду пробуксовывания движителей.

Принято ориентировочно считать, что к группе слабых относятся песчаные и супесчаные почвы, к группе прочных – глинистые и тяжелые суглинистые, а к средним – подавляющее большинство остальных пахотоспособных земель.

Тяговые усилия, которые тракторы могут обеспечить на различных почвах и агрофонах, определяют по тяговым характеристикам. Чтобы не требовались характеристики на каждую категорию почв и каждый фон, предложено свести все многообразие почвенных условий в зависимости от их влияния на тяговые свойства тракторов к следующим четырем укрупненным классам агрофонов.

I Целина, многолетняя залежь, пласт многолетних трав, сильно уплотненная стерня	II Стерня зерновых колосовых и однолетних трав, полей после уборки кукурузы и подсолнечника	III Пар, поле после уборки корнеклубнеплодов и перепашки пропашных культур	IV Поле, подготовленное под посев, свежевспаханное поле
--	--	---	--

В таблице 1.3 приведена классификация агрофонов и их влияние на тяговые свойства тракторов. При этом II класс принят в качестве средних условий работы, когда тяговые усилия тракторов условно соответствуют 100%.

Таблица 1.3

Классификация агрофонов почвы  
и их влияние на тяговые усилия тракторов

Класс	Тяговые усилия	Группы почв по прочности несущей поверхности					
		прочные	средние	слабые	прочные	средние	слабые
		колесные			гусеничные		
I	% ко II классу средних почв	Ia 115	I 108	II 100	Ia 108	I 104	II 100
II	% ко II классу средних почв	I 108	II 100	III 90	I 104	II 100	III 96
III	% ко II классу средних почв	II 100	III 90	IV 80	II 100	III 96	IV 92
IV	% ко II классу средних почв	III 90	IV 80	IVa 73	III 96	IV 92	IVa 88

Зная тяговые показатели для средних условий, а также почвы хозяйства, можно с достаточной точностью для практических целей установить тяговые показатели тракторов для конкретных почвенных условий.

Например, тяговые свойства тракторов агрофона II класса средних почв соответствуют слабым почвам агрофона I класса, а также прочным почвам агрофона III класса.

Установив по тяговым характеристикам максимальную крюковую мощность, соответствующие тяговые усилия и внося поправки на почвенные условия и степень возможной загрузки, можно определить действительную величину тяговых усилий  $P_{KP}$ .

Например, трактор ДТ-75М работает на обработке (боронование) парового поля, почвы слабые. Это соответствует слабым почвам по несущей поверхности агрофона III класса. Однако в справочной литературе есть только тяговые характеристики для средних условий II класса, которые соответствуют для V передачи  $P_{KP}^H = 23$  кН,  $V_T = 7,7$  км/ч.

Для гусеничных тракторов на слабых почвах по несущей поверхности тяговые усилия агрофона III класса соответствуют 96% от II класса, тогда  $P_{KP(V)} = 23 \cdot 0,96 \approx 20,4$  кН.

Для обеспечения тяги при изменении сопротивления СХМ необходимо иметь запас тягового усилия, а при работе агрегата на склонах или пересеченной местности нужно также учитывать потери на преодоление уклона.

Тогда действительное тяговое усилие при максимальной тяговой мощности на данной передаче  $P_{KP}^0$  будет соответствовать.

$$P_{KP}^0 = P_{KP} \cdot \beta - G \frac{i}{100}, \text{ кН} \quad (1.7)$$

где  $\beta$  – коэффициент допустимой загрузки трактора по силе тяги;

$G$  – вес трактора, кН;

$i$  – рельеф поля, %.

Для рассматриваемого примера  $\beta = 0,93$  и  $i = 3\%$ .

$$P_{KP}^0 = 20,2 \cdot 0,93 - 64,6 \cdot \frac{3}{100} \approx 18,6, \text{ кН.}$$

### *Выбор рабочей скорости агрегата*

После определения величины тягового усилия трактора для заданных условий устанавливают соотношение ширины захвата агрегата и скорости движения, при которых можно более полно использовать мощность трактора и получить наибольшую производительность, строго соблюдая агротехнические требования.

Предварительный расчет скорости движения должен исходить из технических возможностей трактора и условий работы:

$$V_T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_K \cdot n_o}{i} \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \text{ или } V_T = V_P \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (1.8)$$

где  $r_K$  – радиус качения, м;

$n_o$  – частота вращения двигателя,  $\text{с}^{-1}$ ;

$i$  – передаточное число трансмиссии;

$\delta$  – коэффициент буксования, %.

Для гусеничных тракторов статический и динамический радиусы качения равны радиусу начальной окружности ведущей звездочки.

Для колесных

$$r_K = r_o + h \cdot \lambda, \quad (1.9)$$

где  $r_o$  – радиус обода колеса, м;

$h$  – высота пневмошины, м;

$\lambda$  – коэффициент усадки (для шин низкого давления 0,75-0,80).

### *Удельное сопротивление рабочих машин*

Основные показатели энергетических свойств машин – их рабочее сопротивление ( $R$ , кН) и потребляемая мощность ( $N$ , кВт).

Тяговое сопротивление определяют динамометрированием. Для удобства расчетов введено понятие удельного сопротивления ( $K_o$ , кН/м), которые определяют как

$$K_o = \frac{R}{B_p}, \quad (1.10)$$

где  $B_p$  – ширина захвата, м.

Для машин, отличающихся как шириной захвата  $B$ , так и глубиной обработки  $h$ , удельное сопротивление ( $K_o$ , кН/м) рассчитывают как

$$K_{опл} = \frac{R_{пл}}{B_p \cdot h}. \quad (1.11)$$

Для машин, сопротивление которых пропорционально их весу ( $G_M$ ):

$$K_f = \frac{R}{G_M} = f_M, \quad (1.12)$$

где  $f_M$  – коэффициент перекачивания.

На сопротивление машин оказывает влияние скорость движения, влажность почвы и рельеф обрабатываемого участка.

Удельное сопротивление машин с учетом скорости движения определяется как

$$K_V = K_o \cdot \left[ 1 + \frac{\Delta k}{100} \cdot (V_i - V_o) \right], \quad (1.13)$$

где  $K_o$  – удельное тяговое сопротивление при скорости движения 5 км/ч,  $V_o = 5$  км/ч;

$\Delta k$  – темп прироста сопротивления на каждый километр возрастания скорости движения свыше 5 км/ч, %;

$V_i$  – скорость, на которой определяется удельное сопротивление, км/ч.

Рекомендуется принимать  $\Delta k$ :

На пахоте целины, пласта многолетних трав и стерни с удельным сопротивлением  $60 \text{ кН/м}^2$  – 7-9%;

на пахоте зерновых;

на пахоте при  $K_o > 60 \text{ кН/м}^2$  – 7-9%;

на пахоте при  $K_o = 0,45-0,60 \text{ кН/м}$  – 4-5%;

на пахоте при  $K_o > 0,45 \text{ кН/м}^2$  – 2-3%.

### Расчет состава агрегата

Если состав агрегата зависит только от тяговых усилий трактора (в данных почвенных условиях), то оптимально загрузить трактор можно за счет подбора соответствующего количества машин-орудий.

В этом случае состав агрегата рассчитывается на основе ранее приведенных формул:

а) на вспашке определяют количество корпусов плуга:

$$n \leq \frac{P_{KP}^{\partial} \cdot \eta_u}{K_V \cdot B_K \cdot h}, \quad (1.14)$$

где  $P_{KP}^{\partial}$  – действительное тяговое усилие трактора по максимальной тяговой мощности на данной передаче с учетом агрофона и несущей поверхности почвы, кН;

$\eta_u$  – максимально допустимая степень загрузки трактора на данной передаче;

$K_V$  – удельное тяговое сопротивление с учетом скорости движения, кН/м<sup>2</sup>;

$B_K$  – ширина захвата корпуса, м;

$h$  – глубина обработки, м;

б) для широкозахватных агрегатов (боронование, культивация, посев и т.д.) определяют количеством машин в агрегате

$$n \leq \frac{P_{KP}^{\partial} \cdot \eta_u - R_{СЦ}}{K_V \cdot B_M \cdot \beta \cdot n + G_M \left( f \pm \frac{i}{100} \right)}, \quad (1.15)$$

где  $B_M$  – ширина захвата СХМ, м;

в) для комплексных агрегатов (пахота с боронованием и прикатыванием) определяют ширину их захвата

$$B_{agr} = \frac{P_{KP}^{(\partial)} \cdot \eta_u - R_{СЦ}}{K_1 + K_2 + \dots + K_m}, \quad (1.16)$$

где  $K_1, K_2, K_m$  – удельное сопротивление каждой машины в составе агрегата, кН/м.

Количество машин ( $n$ ) в составе комплексного агрегата определяют из уравнений

$$n_1 + \frac{B_{azp}}{B_1}; \quad n_2 = \frac{B_{azp}}{B_2}; \quad n_m = \frac{B_{azp}}{B_m}.$$

Обязательное условие для комплексного агрегата – равенство ширины захвата всех типов машин в его составе, т.е.

$$b_1 \cdot n_1 = b_2 \cdot n_2 = b_m \cdot n_m. \quad (1.17)$$

Полученные значения количества машин или числа корпусов округляют до целого меньшего числа.

Ширину захвата агрегата определяют как произведение количества машин ( $n$ ) на ширину захвата машины ( $b$ ):

$$B_{azp} = n \cdot b. \quad (1.18)$$

При работе агрегата на склонах должна быть внесена поправка, связанная с изменением тягового сопротивления агрегата при подъеме.

Оценкой «работоспособности» агрегата на выбранной передаче служат коэффициенты использования номинальной силы трактора на данной передаче ( $\eta_T$ ) и максимальной тяговой мощности ( $\eta_{N_{KP}}$ ), которые определяются как

$$\eta_T = \frac{R_a}{P_{KP}^{\partial} - G \cdot \frac{i}{100}}; \quad \eta_{N_{KP}} = \frac{N_{KP}}{N_{KP_{max}} - N_a}, \quad (1.19)$$

где  $N_{KP} = \frac{R_a \cdot V_p}{3,6}$ ,  $N_{KP_{max}} = \frac{P_{KP}^H \cdot V_p^H}{3,6} = \eta_T \cdot \frac{V_p}{V_p^H}$ ;  $N_a = \frac{G \cdot i \cdot V_p}{3,6}$ .

Необходимое условие:  $R_a < P_{KP}^{\partial}$ , т.е.  $\eta_T < 1$ .

Экономичной работе двигателя и трактора соответствуют такие режимы, при которых максимальная эффективная мощность  $N_e^H$  используется не менее чем на 70-80%, а номинальная сила тяги  $P_{KP}^H$  – не менее чем на 75-95% (в зависимости от вида выполняемых работ).

## **1.8. Общие положения комплексной механизации мобильных процессов**

Решающее условие динамичного развития каждой отрасли сельскохозяйственного производства – перевод его на индустриальную базу и прогрессивные технологии. Если до недавнего времени в сельскохозяйственном производстве внедрялись лишь отдельные прогрессивные разработки (новые машины, сорта или гибриды, эффективные технологические приемы и т.д.), то на современном этапе благодаря постоянному совершенствованию материально-технической базы сельского хозяйства, достижений науки, техники и передового опыта оказывается возможным реализовать комплексные мероприятия, такие как рациональные технологии возделывания и уборки многих сельскохозяйственных культур.

Комплексная механизация представляет собой такую организацию и такой уровень производства, при которых не только основные, но и все вспомогательные сельскохозяйственные работы полностью механизированы и выполняются определенной системой машин в полном соответствии с агротехническими требованиями. Ручной труд при этом сводится лишь к управлению и обслуживанию применяемых машин.

При комплексной механизации каждая предыдущая операция подготавливает наилучшие условия для работы машин на последующих операциях. При этом достигается наиболее высокая производительность труда, сокращаются сроки проведения работ, снижается стоимость сельскохозяйственной продукции.

Рациональная технология представляет собой наиболее высокий уровень комплексной механизации возделывания и уборки сельскохозяйственной культуры, который обеспечивает значительное повышение производительности, снижение затрат труда и себестоимости производимой продукции. Она предусматривает поточное выполнение всех работ в точно определенные сроки и с тщательным соблюдением агротехнических требований на каждой технологической операции с проведением минимального числа почвообработок.

Рациональная технология возделывания сельскохозяйственных культур – это машинная технология производства продукта запланированной урожайности, которая сочетает применение современной высокопроизводительной техники с новейшими агротехническими приемами и по своему содержанию приближается к промышленному производству.

Базируется рациональная технология на достижениях современной науки; применении высокопроизводительной техники; использовании в комплексе высокоэффективных гербицидов.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. В чем сущность рациональной технологии возделывания сельскохозяйственных культур?

2. Назовите основные разделы операционной технологической карты.

3. В чем заключается сущность энергосберегающих технологий?

4. Перечислите виды мобильных агрегатов.

5. Что включает в себя понятие «комплексная механизация и автоматизация мобильных процессов»?

6. Назовите виды мобильных процессов в растениеводстве.

## ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИЯ И РАСЧЕТ ПРОЦЕССОВ ОСНОВНОЙ И ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

### 2.1. Технология процессов основной обработки почвы

Основная обработка почвы – система мероприятий, обеспечивающих создание благоприятных условий для накопления влаги, борьбу с болезнями, сорняками и вредителями сельскохозяйственных культур, повышение плодородия путем сохранения и увеличения пахотного слоя. Выращивание высоких и стабильных урожаев зерновых культур в значительной мере зависит от совершенства таких агротехнических операций, как лущение стерни, глубокая обработка с оборотом или без оборота пласта и снегозадержание.

Перечисленные операции необходимо выполнять в агротехнические сроки с высоким качеством работы, что и обуславливает требования к использованию техники. Этого можно достичь при правильной организации выполнения технологических операций.

К основной обработке почвы следует подходить строго зонально.

#### *Лущение стерни*

Лущение стерни – мелкая обработка почвы, уничтожение проросших сорняков, при этом дополнительно обеспечивается сохранность влаги и ее накопление при выпадении дождей, сокращение затрат энергии на глубокую обработку. Кроме того, гибнет большое количество возбудителей болезней и вредителей сельскохозяйственных культур. Лущение на глубину 4-8 см проводят дисковыми, а на глубину 8-14 см (особенно на полях, засоренных корневищными сорняками) – лемешными лущильниками.

Агротехнические требования:

- 1) допустимое отклонение от заданной глубины в пределах 15%;
- 2) полное подрезание и уничтожение сорняков;
- 3) отсутствие огрехов на лущеном поле (смежные проходы делают с перекрытием 10-15 см);

4) хорошее перемешивание почвы с пожнивными остатками. При недостатке влаги в почве с целью стимулирования прорастания сорняков к луцильному агрегату присоединяют кольчато-шпоровые катки.

Глубина и качество лушения дисковыми орудиями зависят от скорости движения агрегата, угла атаки дисков, вертикальной нагрузки, создаваемой балластом. Чем выше скорость, тем меньше может быть угол атаки при том же агротехническом эффекте. При скорости движения 7-10 км/ч угол атаки должен быть около 30°. С лемешных луцильников иногда снимают отвалы, чтобы чрезмерно не иссушить почву оборотом пласта.

Состав агрегатов для лушения стерни приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1  
Техническая характеристика луцильников

Показатель	ЛДГ-20	ЛДГ-15А	ЛДГ-10А	ППЛ-5-25	ППЛ-10-25
Ширина захвата, м	20	15	10	1,25	2,5
Рабочая скорость, км/ч	9	10	10	8-14	8-14
Глубина обработки, см	4-10	4-10	4-10	12	12
Масса, кг	5514	3765	2450	450	1214
Агрегируется с тракторами класса, кН	50	30	30	14	30

При дисковании почвы эффективны бороны БД-10 и БДТ-7, которые агрегируются с тракторами Т-150, Т-150К, Т-4А, К-700, К-701.

### *Вспашка*

Вспашка создает благоприятные условия для накопления влаги, питательных веществ в почве и развития корневой системы растений, является одной из наиболее энергоемких операций в сельском хозяйстве – на нее приходится около 30-35% всех затрат механической энергии. Во всех природно-климатических

зонах, кроме зон, подверженных ветровой эрозии, вспашку выполняют плугами с отвальными корпусами и предплужниками.

В соответствии с агротехническими требованиями вспашку полей под зябь необходимо выполнять плугом с предплужниками на заданную глубину через 10-15 дней после лущения.

Предплужник способствует полной заделке растительных остатков под пласт почвы при вспашке ее отвальным плугом.

Полная заделка растительных остатков увеличивает запасы питательных веществ в почве, улучшает ее структуру.

Установку предплужника можно считать правильной, если он выдвинут вперед от основного корпуса плуга на 25-35 см. Увеличение выноса предплужника уменьшает сопротивление плуга, так как пласт почвы свободнее проходит между основным корпусом и предплужником.

Предплужник рекомендуется устанавливать на глубину 10-12 см (рис. 2.1). В том случае, когда пахут дерновый пласт многолетних трав, залежь или целину, следует установить предплужник так, чтобы лезвие его лемеха проходило ниже основной массы корневищ.

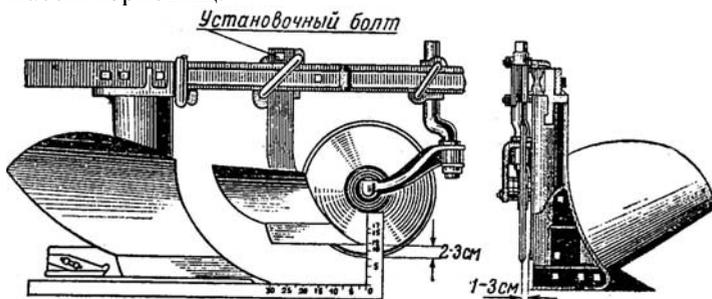


Рис. 2.1. Схема установки предплужников и дискового ножа

Предплужник следует устанавливать так, чтобы его левый полевой обрез находился левее обреза основного корпуса плуга на 0,5-1,5 см с учетом того, чтобы после прохода предплужника обрез корпуса плуга не имел трения о стенку борозды.

Предплужники устанавливают перед всеми корпусами плуга.

Агротехнические требования.

1. Отклонения от заданной глубины не более 5%.

Проверку глубины вспашки можно наиболее быстро и надежно производить с помощью бороздомера (рис. 2.2), который должен быть в каждой тракторной бригаде.

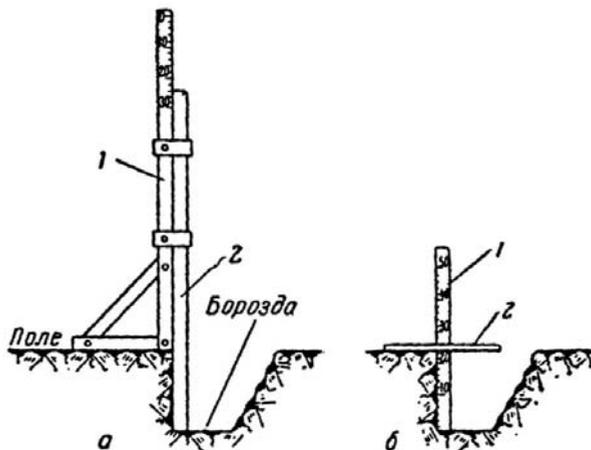


Рис. 2.2. Замер глубины пахоты: а – бороздомером; б – линейкой

Бороздомер состоит из двух линейек: неподвижной 1, оканчивающейся угольником, и подвижной 2.

Для замера глубины пахоты предварительно счищают почву, попавшую с плуга на дно у края борозды. После этого бороздомер устанавливают вертикально угольником на непаханую поверхность поля, а подвижную линейку опускают на расчищенное дно борозды. Отсчет глубины вспашки производят на верхнем конце неподвижной линейки по делениям в сантиметрах.

Глубина пахоты должна быть одинакова по всем корпусам плуга. При одинаковой глубине вспашки гребни на поверхности почвы будут одинаковой высоты.

Замер глубины пахоты бороздомером производят по длине гона в нескольких местах (не менее 10-20) и выводят среднее значение  $a_{cp}$  глубины:

$$a_{cp} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n},$$

где  $a_1, a_2$  – фактические результаты замеров глубины пахоты;  
 $n$  – число замеров.

Отклонение средней глубины пахоты от заданной допускается в размере, не превышающем соотношение, см:

$$a_{cp} = a \pm 1,$$

где  $a$  – заданная глубина пахоты, см.

Замер глубины пахоты с помощью бороздомера исключает ошибки, возможные при измерении линейкой или метром.

Для более точного замера глубины пахоты линейкой или метром (рис. 2.2 б) необходимо руководствоваться следующим. Линейку или метр ставят строго вертикально на дно борозды, которое должно быть предварительно очищено от осыпавшейся почвы. Край непаханого поля также очищают; деление, приходящееся против поверхности поля, покажет глубину вспашки. Для устранения ошибок вследствие нарушения вертикального положения линейки на поверхность поля кладут горизонтально вторую линейку так, чтобы она располагалась под прямым углом к вертикальной линейке.

Если необходимо определить глубину уже вспаханного поля, поступают следующим образом. Выравнивают почву на участке 2-3 гребней и на образовавшейся площадке раскапывают ямку до дна вспаханного слоя, после чего замеряют ее глубину. По найденному замеру для установления действительной глубины вспашки необходимо сделать поправку на вспушенность вспаханной почвы. Величина поправки зависит от типа почвы, периода между вспашкой и замером, а также от того, были ли после вспашки дожди. Если период после вспашки был кратким (несколько дней) и не было дождей, то на вспушенность почвы сбрасывают 20%. После дождей поправку на вспушенность принимают равной 10%. Для устранения вспушенности иногда перед замером глубины вспашки почву уплотняют ногами. Однако это не дает надежного результата, так как таким способом нельзя восстановить первоначальное состояние почвы.

Для надежного замера глубины пахоты в случаях, когда вспашка производится одновременно с боронованием, необходимо прицепку борон осуществлять с таким расчетом, чтобы не забороновывался гребень последней борозды.

Глубину пахоты проверяют:

а) во время работы по открытой борозде, производя замеры в разных местах загона – в начале, середине и в конце;

б) по вспаханному загону, для чего делают 20 замеров по диагоналям загонов посредством погружения в выровненный пахотный слой деревянного или стального стержня до дна пахоты; вычисленную затем среднюю глубину уменьшают на величину вспушенности почвы.

2. Поверхность вспаханного поля не должна иметь глубоких разъемных борозд и высоких гребней (не более 7 см), а также разрывов между смежными проходами плуга.

3. Оборот пласта при вспашке делается полным, вспаханный слой – рыхлым, пожнивные остатки, сорняки, органические и минеральные удобрения заделываются полностью, без огрехов.

Качество оборота пластов, заделку растительных остатков и удобрений, отсутствие огрехов и недорезов пласта проверяют во время работы агрегата путем осмотра вспаханного участка по диагоналям. Обнаруженные недостатки устраняют тут же во время работы.

Вспаханное поле должно иметь опаханные края загонов, выровненные разъемные и свальные борозды. Борозды должны быть прямолинейными. В этих целях первые проходы выполняют по вехам.

В случае обнаружения дефектов пахоту бракуют и исправляют.

Выполненную работу принимают у тракториста ежемесячно. Качество работы отмечают в учетном листе.

Для высокого качества сельскохозяйственных работ и рационального использования машин большое значение имеет подготовка территории полей к работе. Практика работы дает основания определить понятие *рабочий участок* и *загон*.

*Рабочий участок* – площадь, подлежащая обработке при заданном технологическом процессе. Величина рабочего участка определяется размерами полей севооборотов, рельефом местности, типом почвы, состоянием поля.

Рабочий участок разбивают на загоны, размер которых определяется условиями эффективного использования агрегатов.

Загон – часть рабочего участка, представляющая площадь, отведенную под работу одного агрегата. Расстановка агрегатов по загонам должна быть индивидуальной, т.е. каждому агрегату выделяется свой загон.

Работа на индивидуальных загонах имеет следующие преимущества:

- 1) позволяет контролировать качество и количество работы, выполняемой каждым агрегатом в отдельности;
- 2) исключает возможность аварий ввиду наезда одного агрегата на другой;
- 3) устраняет объезды при остановке впереди идущего агрегата;
- 4) облегчает внедрение передовых методов работы и организацию трудового соревнования за высокую культуру земледелия. Индивидуальные загоны являются рациональной формой организации работы машинно-тракторных агрегатов.

Рекомендуемые составы пахотных агрегатов приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Состав пахотных агрегатов

Марка трактора	Марка плуга
К-700А, К-701	ПТК-9-35; ПНЛ-8-40; ПНИ-8-40 (с регулируемой шириной захвата 2,8-3,6)
Т-4А	ПЛП-6-35; ПЛ-5-40 (с регулируемой шириной захвата 1,75-2,25)
ДТ-75С, Т-151К	ПТК-6/7-40 (полунавесной)
ДТ-75М, ДТ-75МВ	ПЛ-5-40; ПЛ-5-35; ПЛН-5-35; ПЛП-6-35 в пятикорпусном полунавесном варианте

Правильное положение ходовой части трактора относительно стенки борозды определяется зависимостью

$$\frac{K + b_0}{2} + 1_{\text{бэ}} = \frac{b_{\kappa} \cdot n_{\kappa}}{2}, \quad (2.1)$$

где  $K$  – колея трактора, м;

$b_0$  – ширина гусеницы (обода шины), м;

$1_{\text{бэ}}$  – расстояние от стенки борозды до края гусеницы (обода, колеса), м;

$b_k$  – ширина захвата корпуса плуга, м;

$n_k$  – число корпусов в агрегате.

Знак «плюс» соответствует работе гусеничного трактора, знак «минус» – колесного.

### *Безотвальная стерневая обработка почвы*

В районах, подверженных ветровой эрозии, применяют систему безотвальной обработки, при которой на поверхности почвы максимально сохраняются пожнивные остатки, что обеспечивает создание мощного и равномерного снежного покрова, снижение скорости ветра в приземном слое воздуха, защищает пахотный горизонт от выдувания почвы.

Агротехнические требования:

1) сохранение 90% стерни за один проход агрегата при обработке на глубину до 16 см (отклонение  $\pm 1$  см) и до 75% стерни – при обработке на глубину до 30 см (отклонение  $\pm 2$  см);

2) на стыках проходов лап машин допускаются гребни (валики) высотой не более 5 см, а в местах прохождения стоек – ширина борозды поверху – не более 15-20 см.

Основные типы машин для безотвальной обработки приведены в таблице 2.3.

Высокая производительность мобильного агрегата определяется соответствием его ширины захвата и длиной гона поля.

Таблица 2.3

### Основные технические данные плоскорезов

Тип и марка машины	Масса, кг	Число рабочих органов	Ширина захвата, м	Максимальная глубина обработки, см	Агрегируется с тракторами
Плоскорез ПГ-3-5	1125	3	3,20	30	ДТ-75
Плоскорез ПГ-3-5	1820	5	5,30	30	К-700А, К-701
КПГ-250А	460	2	2,10	30	Т-4А, ДТ-75
ГУН-4	1900	4	4,25	30	К-700А, К-701
ПГ-3-100	720	3	3,25	30	Т-153

## *Снегозадержание*

Снегозадержание – важное мероприятие по накоплению влаги в почве за счет зимних осадков, оно проводится при слабых морозах в безветренную погоду при глубине снежного покрова не менее 15 см.

Агротехнические требования:

1) снежные валки должны располагаться поперек господствующего направления ветров;

2) расстояние между смежными валками не должно превышать 10 м, а на склонах – 6-7 м;

3) на озимых посевах толщина защитного слоя снега после прохода снегопаха должна быть не менее 10 см.

Для снегозадержания лучше применять снегопахи риджерного типа СВШ-10 и СВШ-7, характеристика которых приведена в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Технологическая характеристика снегопахов-валкователей

Параметры	СВШ-10	СВШ-7
1. Эксплуатационная производительность, га/ч	6-10	5-7
2. Рабочая ширина захвата, м	9,4	7,2
3. Высота снежных валков, см	40-60	40-80
4. Диапазон снежного покрова, рекомендуемый для агрегата на поле, м	0,12-0,5	0,12-0,5
5. Защитный слой после прохода снегопаха, см	8-10	8-10
6. Число одновременно сдвигаемых рядков	2	2
7. Расстояние между центрами валков, м	5	5
8. Масса (конструктивная), кг	3200	2900
9. Агрегатируется с тракторами класса	5	3

### ***2.1.1. Теоретические основы кинематики пахотных агрегатов***

Основное агротехническое требование к вспашке – прямолинейность борозд – определяет пригодность для этого процесса только гоновых (загонных) способов движения агрегата.

Прямолинейность движения является важнейшим условием производительной и качественной пахоты, так как при рабочем движении агрегат копирует предыдущий ход.

Круговые (фигурные) способы движения недопустимы при вспашке, так как не обеспечивают высокого качества пахоты. В то же время они создают более тяжелые условия для работы трактора и плугов.

Основными в России являются плуги, отваливающие пласт вправо. Поэтому для пахоты применимы гоновые способы движения асимметричного агрегата.

**Вспашка всвал.** При способе работы всвал (рис. 2.3) агрегат входит в загон с его узкой стороны и посередине ее, по линии 1-2.

Когда задняя ось трактора (центр агрегата) достигнет границы загона (линия  $ав$ ), плуг будет находиться от нее на некотором расстоянии; лишь когда центр агрегата отойдет от границы на длину  $e$  (точка 1), плуг должен быть включен в работу, и начнется вспашка всеми корпусами.

При достижении противоположного конца загона, когда центр агрегата окажется в точке 2, рабочий ход будет закончен. В этот момент плуг выключают, и агрегат совершает холостой заезд для следующего прохода.

Следующий рабочий ход производят рядом с правой стороны, и поэтому холостой заезд будет иметь вид грушевидной петли. При достижении центром агрегата точки 4 плуг снова включают и начинают второй рабочий ход.

Дальнейшее движение агрегата происходит подобным же образом – после каждого рабочего хода следует холостой заезд. При таком способе работы будет вспахана вся площадь, заключенная между линиями  $ав$  и  $сd$ ; пласт почвы расположится к центру, а посередине загона образуется свальный гребень.

После вспашки первого загона агрегат переходит на соседний и также из середины его начинает пахоту. Между загонами по линиям  $ас$  и  $вd$  образуются развальные борозды. Нетрудно видеть, что на поле с числом загонов  $U$  число свальных гребней будет также равно  $U$ , а число развальных борозд  $U-1$ .

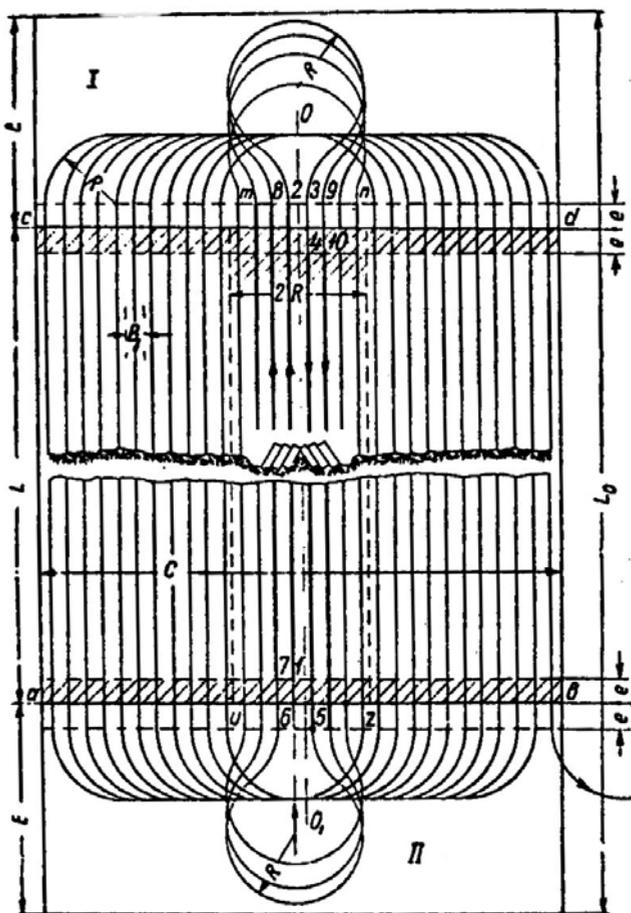


Рис. 2.3. Вспашка всвал

**Вспашка вразвал.** Для начала работы агрегат входит в загон у края с правой стороны его и производит первый рабочий ход (рис. 2.4). После первого рабочего хода агрегат совершает холостой заезд параллельно ширине загона, переезжая к левому краю его, у которого производится второй рабочий ход.

Расположение пластов в этом случае будет по направлению от середины загона к краям его; посередине каждого загона образуется развальная борозда, а между загонами – свальные

гребни. В этом случае на участке с числом загонов  $U$  число развальных борозд будет равно  $U$  и свальных гребней  $U-1$ .

Следует заметить, что если при пахоте всвал движение направлено по часовой стрелке, то при пахоте вразвал – против часовой стрелки.

#### Длина холостых ходов при вспашке всвал и вразвал.

При работе всвал или вразвал при прочих одинаковых условиях длина пути, проходимого агрегатом, будет одинакова. Поэтому все выводы о длине ходов произведем по движению при вспашке всвал.

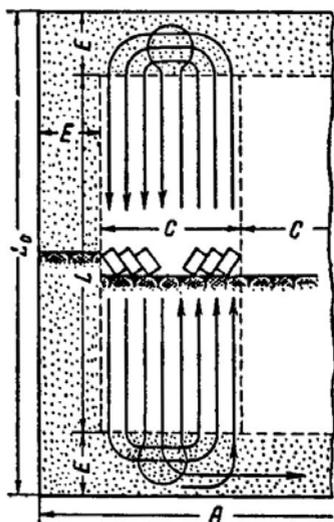


Рис. 2.4. Вспашка вразвал

Для определения длины холостых ходов рассмотрим траекторию движения агрегата, принимая в целях упрощения движение на повороте за установившееся и захват плуга симметричным к оси агрегата.

В начале работы на загоне, когда плуг будет находиться на линии  $ab$ , центр агрегата будет в точке 1 (рис. 2.3). После первого рабочего хода 1-2 агрегат сделает холостой заезд, состоящий из петли 2-3 и прямолинейного отрезка 3-4. После второго рабочего хода 4-5 холостой заезд также будет состоять из петли 5-6 и прямолинейного отрезка 6-7 и т.д.

Очевидно, что петлевые заезды будут необходимы лишь на части загона до ширины  $2R$ , при которой поворот можно совершить уже беспетлевой – по полуокружности. Дальнейшие заезды на оставшейся части загона шириной от  $2R$  до  $C$  будут состоять из двух поворотов на  $90^\circ$  и прямолинейного прохода. Основываясь на этом, исчисление длины холостых проходов следует вести по каждой части загона отдельно.

Результаты расчета – в таблице 2.5, в которой приведен весь ход решения.

Таблица 2.5

Холостные ходы при гоновом способе работы всвал или вразвал

Сторона загона (рис. 2.3)	Ширина загона от 0 до 2R			Ширина загона от 2R до C			Переход на соседний загон	Длина основных холостых ходов на загоне (округленно)	Заравнивание борозд и заделка отрезков (дополнительные ходы)	Общая длина всех холостых ходов на загоне (округленно)
	число заездов	средняя длина заездов	общая длина холостых заездов	число заездов	средняя длина заездов	общая длина холостых заездов				
I – противоположная входу агрегата...	$\frac{R}{B_p}$	6R-2e	$\frac{2R}{B_p}(R+2e) - 1$	$\frac{C-2R}{2B_p}$	$0,5(C-B_p)+2,14R+2e$	$[0,5(C-B_p)+2,14R+2e] \cdot \frac{C-2R}{B_p}$	$0,5C+1,14R+2e$	$S_{осн}^x = \frac{B_p}{0,5C^2+C(R+2e)+8R^2} - 4R$	$L+2(C-B_p)+2,28R+4e$	$S_{вар}^x = \frac{B_p}{0,5C^2+C(R+2e)+8R^2} + L+2C$
	$\frac{R}{B_p} - 1$	6R-2e	$\frac{2R}{B_p}(R+2e) - 1$	$\frac{C-2R}{2B_p}$	$0,5(C-B_p)+2,14R+2e$	$[0,5(C-B_p)+2,14R+2e] \cdot \frac{C-2R}{B_p}$	$0,5C+1,14R+2e$	$S_{осн}^x = \frac{B_p}{0,5C^2+C(R+2e)+8R^2} - 4R$	$L+2(C-B_p)+2,28R+4e$	$S_{вар}^x = \frac{B_p}{0,5C^2+C(R+2e)+8R^2} + L+2C$
Всего	$\frac{2R}{B_p} - 1$			$\frac{C-2R}{B_p}$						

Как следует из таблицы 2.5, длина основных холостых ходов на загоне выражается формулой

$$S_x^{ocn} = \frac{0,5C^2 + C(R + 2e) + 8R^2}{B_p} - 4R. \quad (2.2)$$

Эта формула не учитывает, однако, тех дополнительных проходов, которые приходится производить в некоторых случаях для запашки границ загона в целях обеспечения высокого качества работы. Эти дополнительные проходы состоят из продольных ходов по краям загона  $ac$  и  $vd$  и заездов (рис. 2.3). Производятся они перед переходом агрегата на другой загон с целью заравнивания борозд, опашки границ загона для их выравнивания, устранения огрехов, которые могут остаться.

При учете всех холостых ходов, включая дополнительные, общая длина их на загоне выражается формулой

$$S_x^{zag} = \frac{1}{B_p} [0,5C^2 + C(R + 2e) + 8R^2] + L + 2C. \quad (2.3)$$

Чтобы устранить лишние проходы на заравнивание борозд и опашку загонов, необходима точная разметка загонов для вспашки. Ширину загона выбирают кратной ширине захвата агрегата.

На основе формул для длины холостых ходов на загоне может быть найдена длина холостых ходов на всем рабочем участке.

При ширине поля  $A$  и одинаковой ширине загонов  $C$  число последних будет  $\frac{A}{C}$ , а длина холостых ходов в общем случае составит

$$S_x^{yч} = \frac{A}{C} S_x^{zag}.$$

При учете всех холостых ходов по формуле (2.3) в этом случае получим

$$S_x^{yч} = A \left[ \frac{1}{B_p} (0,5C + R + 2e) + \frac{1}{C} \left( \frac{8R^2}{B_p} + L \right) + 2 \right]. \quad (2.4)$$

При определении длины перехода агрегата на соседний загон была учтена длина переезда в равную сторону. В случае,

если бы переход производился на загон, расположенный с левой стороны, длина перехода увеличилась бы на ширину загона  $C$ . Вообще, необходимо иметь в виду, что при вспашке вразвал переход на соседний загон, находящийся слева, даст меньшую длину холостых ходов, чем при переходе на правый соседний загон. Отсюда вытекает правило, что при пахоте всвал движение агрегатов целесообразнее организовать слева направо, а при пахоте вразвал – справа налево.

**Коэффициент рабочих ходов при вспашке всвал или вразвал.** Коэффициент рабочих ходов на загоне в случае отсутствия дополнительных ходов на заравнивание борозд определяется по следующей формуле:

$$\varphi_0 = \frac{L}{L + 0,5C + \frac{4R}{C}(2R - B_p) + R + 2e}. \quad (2.5)$$

В общем случае при наличии дополнительных ходов на заравнивание борозд и опашку загонов коэффициент рабочих ходов будет

$$\varphi = \frac{L}{L(1 + \frac{B_p}{C}) + 0,5C + R + \frac{8R^2}{C} + 2(B_p + e)}. \quad (2.6)$$

Как следует из формул (2.5) и (2.6), при гоновом способе работы всвал или вразвал всегда  $\varphi < 1$ .

Очевидно также, что величина  $\varphi = f(L)$  возрастает с увеличением  $L$  и уменьшается с увеличением  $R$ ,  $B_p$  и  $e$ .

На рисунке 2.5 представлен график изменения коэффициента рабочих ходов в зависимости от ширины и длины загонов. На графике видно, что на коротких загонах агрегаты используются менее производительнее, чем на длинных. При длине загонов свыше 1500-2000 м эта разница становится уже менее значительной.

Оптимальная ширина загонов при вспашке всвал или вразвал. При постоянных  $L$ ,  $R$ ,  $B_p$  и  $e$  большое влияние на значение функции  $S_x^{3ч}$  оказывает величина  $C$ , которая может быть изменяема для данного поля в широких пределах.

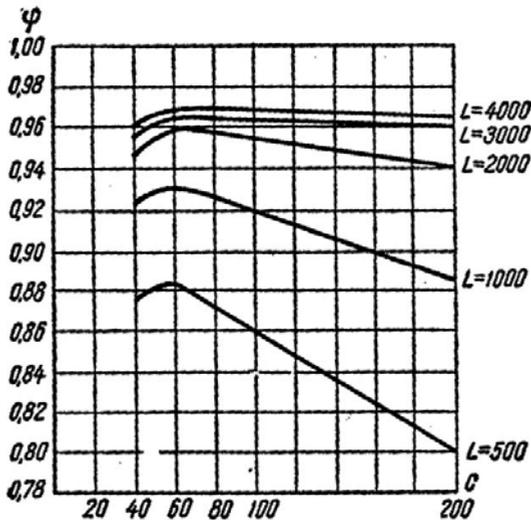


Рис. 2.5. График изменения коэффициента рабочих ходов при вспашке всвал с учетом дополнительных ходов на заравнивание

Пользуясь этим, по найденному ранее выражению для  $S_x^{yc}$  при помощи метода определения минимума функции может быть получено наивыгоднейшее значение  $C$ , при котором длина холостых ходов на участке будет наименьшей, а коэффициент рабочих ходов  $\varphi$  – наибольшим.

По уравнению (2.4), учитывающему все виды возможных холостых ходов, возьмем первую производную по  $C$  и приравняем ее нулю. Получим

$$\frac{dS_x^{yc}}{dC} = A \left[ \frac{1}{2B_p} - \frac{8R^2}{C^2 B_p} - \frac{L}{C^2} \right] = 0,$$

откуда

$$C^2 - 16R^2 - 2LB_p = 0,$$

следовательно,

$$C_{opt} = \sqrt{2(LB_p + 8R^2)}, \quad (2.7)$$

где  $R$  – минимальный радиус поворота, м.

$$R = K_p \cdot K_n \cdot B_k,$$

где  $K_p$  – коэффициент, учитывающий изменение радиуса поворота в зависимости от скорости движения: для навесных плугов  $K_p = 1,05$  при скорости  $V = 7$  км/ч и  $K_p = 1,20$  при  $V = 9$  км/ч; для прицепных плугов  $K_p = 1,15$  при скорости  $V = 7$  км/ч и  $K_p = 1,42$  при  $V = 9$  км/ч;

$K_n$  – коэффициент учитывающий тип плуга: для навесных  $K_n = 3$  и прицепных  $K_n = 4,5$ ;

$B_k$  – конструктивная ширина плуга, м;

$B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата, м.

$$B_p = B_k \cdot \beta,$$

где  $\beta$  – коэффициент использования ширины захвата плуга, (1,02-1,10);

$L_p$  – рабочая длина загонки, м.

При разбивке поля на загоны необходимо, чтобы ширина последних не только приближалась к оптимальной, но и была кратной удвоенной рабочей ширине захвата пахотного агрегата:

$$C_0 \leq n \cdot 2 \cdot B \leq C_{\text{ном}},$$

где  $n$  – целое число.

Оптимальную ширину загона можно определить по номограмме, приведенной на рисунке 2.6, следующим образом.

На правой кривой шкале  $L$ , на которой указаны деления через каждые 100 м, находят длину гона, соответствующую условиям работы.

На левой кривой шкале  $n$  ищут деление, равное числу корпусов того агрегата, который будет пахать на этом поле. Если корпуса применяемого плуга имеют захват 30 см, то деления нужно отсчитывать по правой стороне этой шкалы, а если 35 см – по левой.

Найденные на обеих шкалах деления соединяют прямой. Точку пересечения проведенной прямой с вертикальной линией  $O-O$  надо отметить. Далее радиус поворота принятого пахотного агрегата отсчитывают на правой вертикальной шкале  $R$ .

Через точку найденного значения радиуса поворота и ранее отмеченную точку на прямой  $O-O$  проводят прямую до пересечения с левой вертикальной шкалой  $C$ . Эта прямая в

точке пересечения со шкалой  $C$  укажет наивыгоднейшую ширину загона в метрах.

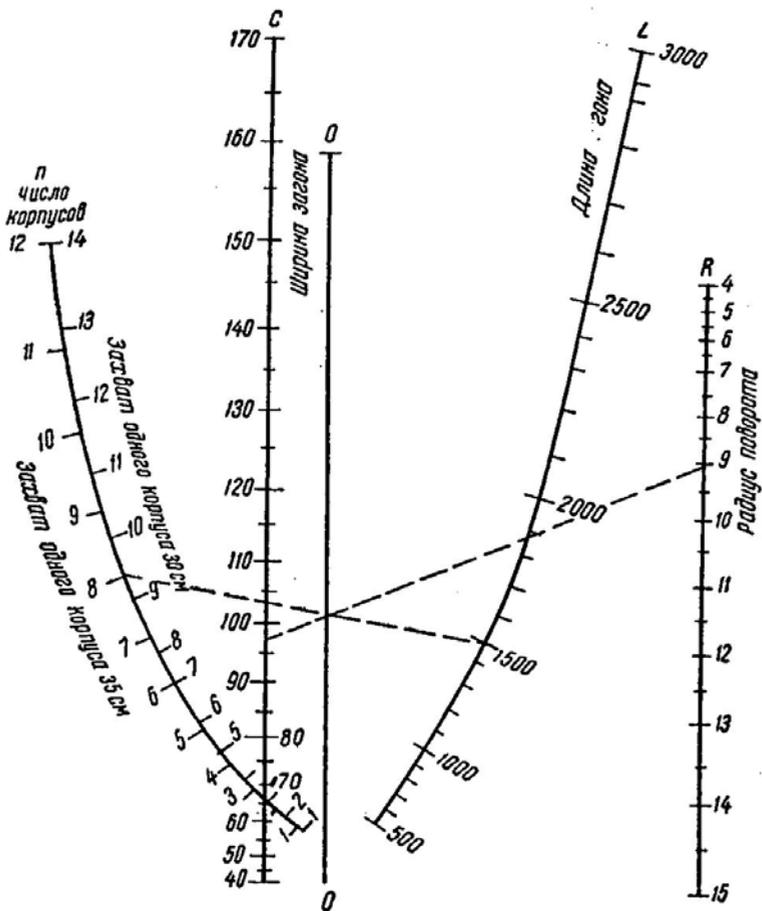


Рис. 2.6. Номограмма для расчета оптимальной ширины загона при вспашке всвал или вразвал

**Пример.** Определить наивыгоднейшую ширину загона для поля с длиной гона 1500 м при вспашке агрегатом и двух четырехкорпусных плугов с захватом каждого корпуса 35 см.

Радиус поворота  $R$  для данного агрегата равен 9 м. Соединяем прямой точку 1500 на кривой  $L$  с точкой 8 на кривой

числа корпусов. Находим точку пересечения этой прямой с вертикальной линией  $O-O$ . Через найденную точку и деление 9 на шкале  $R$  проводим прямую до пересечения со шкалой  $C$ , по которой отсчитываем результат:  $C = 98$  м.

На рисунке 2.6 ход решения примера показан пунктирной линией. Тот же результат получим при подсчете по формуле (2.7).

На концах загонов или за пределами их границ должны быть отмечены поворотные полосы. При отсутствии поворотных полос часто повороты делают неправильно, отчего агрегаты ломаются и длительно простаивают.

Оптимальная ширина поворотной полосы равна

$$E = 3R + e;$$

при беспелтевом повороте

$$E = 1,5R + e;$$

при грибовидном повороте

$$E = R + e + 0,5(K + a),$$

где  $E$  – ширина поворотной полосы;

$R$  – радиус поворота агрегата;

$K$  – колея трактора;

$a$  – ширина обода колеса или ширина гусеницы;

$e$  – длина выезда агрегата или расстояние от центра агрегата до крайних рабочих органов сельскохозяйственных машин.

Ширина поворотной полосы обязательно должна быть кратной ширине захвата агрегата, т.е. деление ширины поворотной полосы на ширину захвата агрегата должно дать целое число. Поэтому после определения ширина поворотной полосы уточняется на кратность к рабочей ширине захвата агрегата. Отсутствие кратности вызывает неудобство обработки поворотных полос и большую затрату времени на это.

Для разметки линий первых проходов агрегата и границ поворотных полос необходимы вешки деревянные или из другого имеющегося в хозяйстве материала размером 2-2,5 м.

Кроме того, при разметке поля для обозначения границ между загонами и других вспомогательных линий необходимы колышки размером 40-50 см, экер для отбивки перпендикулярных и параллельных линий, двухметровка для измерения расстояний при отбивке загонов и поворотных полос.

Подготавливают поле к работе агрегатов, как правило, специально выделенные люди под руководством агронома бригады.

## 2.2. Расчет пахотных агрегатов

Расчет состава агрегата заключается в определении рационального числа машин в агрегате, обеспечивающих наивысшую производительность при наименьшем расходе топлива, наименьших затратах труда и при обязательном выполнении требований агротехники.

1. Согласно агротехническим требованиям к технологической операции и условиям работы в загоне выбирают тип сельскохозяйственной машины, трактор и рабочую скорость движения агрегата.

2. Зная тип трактора и рабочую скорость движения, принимают номинальное усилие трактора  $P_{KP}^0$ .

3. Определяем количество плужных корпусов, которое может агрегатировать выбранный трактор на заданной передаче

$$n_{КП} = \frac{\left( P_{KP}^0 \pm G \cdot \frac{i}{100} \right) \cdot \xi}{R_{КП}}, \quad (2.8)$$

где  $\xi$  – коэффициент использования номинальной силы тяги;

$R_{КП}$  – тяговое сопротивление одного корпуса плуга, кН;

$$R_{КП} = K_V \cdot \epsilon_{КП} \cdot a \pm g_{КП} \cdot C \frac{i}{100}, \quad (2.9)$$

где  $K_V$  – удельное сопротивление плуга при вспашке почвы, в зависимости от скорости движения, кН/м<sup>2</sup>;

$$K_V = K_0 \left[ 1 + 0,006 (V_p^2 - V_0^2) \right], \quad (2.10)$$

где  $K_0$  – удельное сопротивление плуга при вспашке со скоростью  $V_0 = 3,11$  миль в час, кН/м<sup>2</sup>;

$V_p$  – скорость, на которой определяется удельное сопротивление, км/ч;

$\epsilon_{КП}$  – ширина захвата одного корпуса плуга, м;

$g_{КП}$  – вес плуга, приходящийся на один корпус, кН;

$$g_{\text{КП}} = G_{\text{ПЛ}} / n'_{\text{КП}}.$$

где  $G_{\text{ПЛ}}$  – вес плуга, который может агрегатироваться с заданным трактором, кН;

$n'_{\text{КП}}$  – количество корпусов предусмотренных конст-рукцией плуга;

$C$  – поправочный коэффициент, учитывающий вес почвы на корпусах плуга (в зависимости от глубины вспашки « $C$ » изменяется от 1,1 до 1,4 при  $h = 0,22-0,25$  м он равен около 1,2).

Расчетное количество корпусов плуга округляют в меньшую сторону.

4. Определяем тяговое сопротивление плуга на выбранной передаче трактора с учетом сопротивления борон.

$$R_a = K_V \cdot a \cdot \epsilon_{\text{КП}} \cdot n_{\text{КП}} + q_{\text{КП}} \cdot n_{\text{КП}} \cdot \frac{i}{100} + K'_V \cdot \epsilon_{\text{б}} \cdot n_{\text{б}} \mp G_{\text{б}} \cdot n_{\text{б}} \cdot \frac{i}{100}, \quad (2.11)$$

где  $K'_V$  – удельное сопротивление при выполнении заданной технологической операции, кН/м;

$$K'_V = K [1 + T_{\text{II}} (V_P - V_0)], \quad (2.12)$$

где  $K$  – удельное сопротивление при движенти со скоростью  $V_0 = 5$  км/ч, кН/м;

$T_{\text{II}}$  – коэффициент, харкетризующий темп прироста сопротивления на 1 км повышения рабочей скорости от начального значения при  $V_0 = 5$  км/ч;

$\epsilon_{\text{б}}$  – ширина захвата звена бороны, м;  $\epsilon_{\text{б}} = 0,96$  м;

$n_{\text{б}}$  – количество борон в агрегате;

$G_{\text{б}}$  – вес звена бороны, кН:

$$n_{\text{б}} = \frac{\epsilon_{\text{КП}} \cdot n_{\text{КП}}}{\epsilon_{\text{б}}}. \quad (2.13)$$

Расчетное количество звеньев борон округляют в большую сторону.

5. Определяем коэффициент использования тягового усилия трактора:

$$\eta = \frac{R_a}{R_{\text{КР}}^0 \pm G \cdot \frac{i}{100}}. \quad (2.14)$$

Коэффициент  $\eta$  не должен превышать единицу, в противном случае агрегат будет неработоспособным. Контрольные значения  $\eta$  зависят от структуры и видов почв, технологии выполняемой работы и находятся в пределах 0,78-0,95.

#### *Определение расхода топлива на единицу выполняемой работы*

При выполнении механизированных работ двигатель трактора расходует топливо на выполнение операции, самопередвижение агрегата во время холостых заездов и поворотов, холостую работу двигателя в период остановок. В этом случае расход топлива, кг/га, можно определить по формуле

$$q = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_0 \cdot T_0}{W_{см}}, \quad (2.15)$$

где  $G_p, G_x, G_0$  – средние часовые расходы топлива двигателем трактора под нагрузкой, на холостом ходу агрегата и на холостом ходу двигателя;

$T_p, T_x, T_0$  – время рабочего движения, холостой работы агрегата и холостого движения двигателя, ч.

Принимая во внимание, что  $W_{см} = \frac{0,36 \cdot N_{кр}}{K} \cdot T_{см} \cdot \tau$ , и расход топлива за смену  $G_{см}$  можно представить суммой произведений  $G_{см} = G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_0 \cdot T_0$ , то погектарный расход топлива составит

$$q = \frac{G_{см}}{W_{см}} = \frac{G_{см} \cdot K}{0,36 \cdot Ne \cdot \eta_T \cdot T_{см} \cdot \tau}. \quad (2.16)$$

Из приведенной формулы следует, технологические операции целесообразно выполнять в период, когда удельное сопротивление ( $K$ ) почвы имеет минимальное значение. В этом случае погектарный расход топлива будет минимальным.

## Оценка агрегата

Совершенство скомплектованного агрегата можно оценить на основе комплекса показателей.

### 1. Коэффициент эксплуатационной надежности

$$\tau_{ЭН} = \frac{T_H}{T_H + T_е}, \quad (2.17)$$

где  $T_H$  – наработка на технический отказ;

$T_е$  – среднее время на восстановление работоспособности машин.

Величина коэффициента зависит от количества машин в агрегате, их конструкции, долговечности и надежности. Чем больше машин в агрегате, тем коэффициент  $\tau_{ЭН}$  меньше. Следовательно, широкозахватные и комбинированные агрегаты необходимо комплектовать машинами с высокой технической надежностью.

2. Энергетическим коэффициентом полезного действия трактора называют отношение работы, полученной на крюке трактора, к энергии топлива, израсходованного двигателем трактора.

Энергетический коэффициент полезного действия трактора может быть определен по формуле

$$\eta_э = \frac{m_{КР} \cdot S_n}{427 \cdot \Delta Q \cdot K_T}, \quad (2.18)$$

где  $\eta_э$  – энергетический КПД трактора;

$P_{КР}$  – тяговое усилие, развиваемое трактором кН;

$S_n$  – путь, проходимый трактором за время опыта, м;

$\Delta Q$  – расход топлива за время прохождения трактором пути

$S_n$ , кг;

427 – механический эквивалент тепла;

$K_T$  – теплотворная способность топлива, ккал/кг.

Энергетический КПД трактора может быть получен по формуле

$$\eta_э = \frac{632}{q_e \cdot K_T}, \quad (2.19)$$

где  $q_e$  – удельный расход топлива, г/кВт·ч.

Для современных дизельных двигателей  $\eta_{\text{Э}} = 0,31-0,40$ , карбюраторных  $\eta_{\text{Э}} = 0,23-0,30$ .

3. Отношение количества энергии  $A_{\text{П}}$ , затрачиваемой на агротехнически полезную работу, к общему количеству израсходованной энергии  $A_0$  представляет энергетический КПД агрегата, который выражается зависимостью

$$\eta_{\text{АЭ}} = \frac{A_{\text{П}}}{A_0} = 632 \frac{\eta_{\text{Т}} \cdot \eta_{\text{М}}}{q_e \cdot K_{\text{Т}}}, \quad (2.20)$$

где  $\eta_{\text{Т}} = \frac{N_{\text{КР}}}{N_e}$  – тяговый КПД трактора;

$\eta_{\text{М}}$  – КПД сельскохозяйственной машины.

Величина  $\eta_{\text{АЭ}}$ , как правило, не превышает 0,12; для пахотных агрегатов энергетический КПД составляет 0,16-0,20, культиваторных – 0,10-0,12, посевных – 0,06-0,08, и уборочных – 0,08-0,12.

4. Важным оценочным показателем работоспособности агрегата является коэффициент эксплуатации

$$\eta_{\text{Р}} = \eta_{\text{Т}} \cdot \beta_{\text{М}} \tau, \quad (2.21)$$

где  $\beta_{\text{М}}$  – коэффициент использования конструктивной ширины захвата машины;

$\tau$  – коэффициент использования времени.

Коэффициент  $\eta_{\text{Р}}$  составляет 0,70-0,89.

Все мероприятия, направленные на улучшение использования мощности (правильное комплектование агрегатов, ширины захвата и времени использования), способствуют повышению коэффициента эксплуатации.

### **2.3. Технологические основы процесса предпосевной обработки почвы**

Назначение предпосевной обработки почвы – предохранить почву от испарения влаги, уничтожить сорняки, создать слой почвы равномерной и необходимой плотности, обеспечивающий наилучшие условия для одновременного прорастания семян, а также выровнять поверхность поля. Эти

задачи выполняют с помощью таких операций, как боронование, культивация и прикатывание (до и после посева).

Боронование предназначено для поверхностной обработки почвы боронами.

Агротехнические требования:

1) разрушить почвенную корку и разрыхлить верхний слой почвы на глубину не менее 3-4 см;

2) выровнять поверхность поля и разрушить основную массу почвенных комков до размеров 1-3 см с высотой гребней и борозд не более 3-4 см, не допускать огрехов.

Агрегаты для боронования составляют со всеми гусеничными тракторами, которые могут быть направлены на эту работу.

При двухследном бороновании тяжелых почв используют агрегаты из тракторов К-701, К-701М, Т-153, Т-151К, Т-4А, зубовых борон БЗТС-1,0 и сцепок СП-16. Для обработки стерневых агрофонов предназначена борона БИГ-3А.

Способ движения бороновальных агрегатов устанавливают в зависимости от длины гона, конфигурации поля, направления предшествующей пахоты.

Сплошная культивация предназначена для рыхления верхнего слоя почвы на глубину 6-12 см, подрезания сорняков и выравнивания поверхности поля.

Агротехнические требования:

1) отклонение средней глубины обработки от заданной допускается не более  $\pm 1$  см;

2) высота гребней обработанного поля не должна превышать 3-4 см;

3) сорные растения должны быть полностью подрезаны, огрехи и пропуски не допускаются.

В зависимости от удельного сопротивления почвы культиваторные агрегаты составляют различного захвата.

С тракторами тягового класса 50 кН агрегируется культиватор широкозахватный бесцепочный КШУ-18, который в сравнении с агрегатом СП-16 + КПС-4 + 16БЗСС-1,0 повышает производительность на 27% и снижает затраты труда на 32%. Культиватор КШУ-12 агрегируется с тракторами класса 30 кН, который по сравнению с агрегатом СП-11 + 2КПС-4 + 8БЗСС-1,0

обеспечивает повышение производительности на 38%, снижение затрат труда – на 34%.

**Особенности предпосевной обработки почвы в районах, подверженных ветровой эрозии.** Для закрытия влаги и разрушения почвенной корки рекомендуется культиватор тяжелый секционный КТС-10-2, агрегируемый с трактором класса 50 кН, который в сравнении с агрегатом СП-16А+ЗКПЭ-3,8А повышает фактическую производительность на 25%, снижает трудоемкость перевода в транспортное положение в 9 раз, материалоемкость – на 22,4%, трудоемкость технического обслуживания – на 40,2%. Культиватор КТС-10-1 (ширина захвата 7,37 м) агрегируется с тракторами класса 30 кН по сравнению с агрегатом, состоящим из двух культиваторов КПЭ-3,8А со сцепкой СП-11, повышает производительность труда до 27%.

Предпосевное прикатывание проводят для выравнивания поверхности, уплотнения осевшей почвы и создания однородного по плотности почвы слоя на глубине заделки семян. После посева прикатывание уплотняет верхний слой, что улучшает контакт семян с почвой, увеличивает приток влаги из нижних ее слоев, способствует более быстрому и дружному появлению всходов. После прохода катков на почвах нормальной влажности размеры комков не должны превышать 5 см. Вследствие небольшого сопротивления для прикатывания используют трактора класса тяги 30 и 20 кН, сцепки СГ-21, СП-11 и катки ЗККШ-6; ЗККН-2,8; ЗКВГ-1,4; СКГ-2.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что входит в состав комплекса механизированных работ по основной подготовке почвы?
2. В чем состоит назначение лущения? Агротехнические требования.
3. Как определить ширину загона при вспашке? Агротехнические требования, состав пахотных агрегатов.
4. Каковы особенности безотвальной стерневой обработки почвы? Состав агрегатов.
5. Каково значение снегозадержания? Агротехнические требования. Виды агрегатов.

6. Какие агрегаты применяются при внесении удобрений?  
Агротехнические требования.

7. Как проводить предпосевную обработку почвы (виды обработки, агрегаты)?

8. Как определить количество корпусов плуга которое может агрегатировать трактор на заданной передаче?

9. Как определяется коэффициент использования тягового усилия трактора?

10. Как определяется расход топлива на 1 га обработанной площади?

11. В чем сущность энергетического коэффициента полезного действия агрегата?

12. Назовите марки современных почвообрабатывающих машин.

13. Что характеризует коэффициент рабочих ходов?

## ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРОЦЕССА ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

### 3.1. Основы технологии внесения удобрений

Систематическая работа по подготовке и внесению удобрений является важнейшим условием непрерывного и устойчивого роста урожайности всех культур. С переходом к интенсивным системам земледелия удобрение становится одним из главных средств сельскохозяйственного производства.

**Виды удобрений.** Удобрения подразделяются на органические, минеральные и бактериальные.

*Органические* бывают твердые (навоз, торф и др.), жидкие (навозная жижа) и сидеральные (зеленые растения, чаще всего люпин), которые запахивают в почву.

*Бактериальные удобрения* (нитрагин, азотобактерин и фосфоробактерин) способствуют накоплению в почве азота и переводят неусвояемые растениями формы фосфорных удобрений в усвояемые. Ими обрабатываются семена перед посевом, и они с семенами попадают в почву.

*Минеральные удобрения* различают прямого действия – азотные, фосфорные, калийные и микроудобрения (железо, хлор, молибден и т.п.), которые идут на питание растений; косвенного действия (гипс, известь), которые улучшают свойства почв, хотя на питание растений не используются.

Минеральные удобрения вносят в твердом виде (гранулированные и пылевидные) и жидкие (аммиачная вода, безводный аммиак). Кроме того, вносятся различные растворы твердых удобрений.

#### *Технологические схемы внесения удобрений*

В общем случае технология внесения любых удобрений включает в себя операции по их погрузке П, транспортировке Т, разгрузке Р и внесению В.

Однако совокупность и повторяемость этих основных операций может быть весьма разнообразной, включающей в себя также хранение Х: на складах завода, предприятий по произ-

водственно-техническому обеспечению сельского хозяйства и хозяйств. Например, может быть такая технологическая связь и повторяемость указанных операций:

$$T_{c.o.} = \underbrace{П_з + T_з + P_з + X_з + П_з + T_c + P_c + X_c + П_c + T_x + P_x + X_x}_{\text{завод}} + \underbrace{П_x + T_n + P_n + B_n}_{\text{предприятие по п.т.о.с.х.}} + \underbrace{П_x + T_n + P_n + B_n}_{\text{хозяйство}} + \underbrace{П_x + T_n + P_n + B_n}_{\text{поле}}$$

или такая:

$$T_{c.o.} = П_з + T_n + B_n.$$

Всякие другие технологические связи занимают промежуточное положение. Чем больше различных промежуточных операций, тем значительнее количественные и качественные потери удобрений. Особенно вредно отражается на качестве минеральных удобрений хранение их в поле под открытым небом.

#### **Приготовление и внесение органических удобрений.**

Органические удобрения обычно накапливаются на складах хозяйств (в навозохранилищах), затем жидкие удобрения вывозят в поле и разбрасывают (по схеме  $T_{c.o.} = П_x + T_n + B_n$ ), а твердые могут вносить либо по такой же схеме, либо с накоплением в буртах в поле с последующей погрузкой и внесением, т.е.  $T_{c.o.} = П_x + T_n + P_n + X_n + П_n + B_n$ .

При такой схеме внесения важно правильно распределить по полю бурты удобрений с учетом нормы внесения  $H$ , предполагаемого типа разбрасывателя с рабочим захватом  $B_p$  и грузоподъемностью  $Q_p$ .

Если принять направление движения разбрасывателей поперек рядов буртов удобрений, то расстояние  $L$  между рядами равно полному рабочему ходу разбрасывателя, м:

$$L = \frac{Q_p 10^4}{B_p H}, \quad (3.1)$$

а расстояние между буртами в ряду

$$C_{\bar{o}} = \frac{G_{um} 2B_p}{Q_p}, \quad (3.2)$$

где  $G_{um}$  – масса удобрений в штабеле, т.

Коэффициент 2 применяется для челночного способа движения на 0,5L и обратно только рабочим ходом без холостого проезда. Наименьшая масса в каждом бурте  $G_{шт}$  допускается (при длительном хранении навоза) до 35 т.

По такой схеме могут работать разбрасыватели РТО-У, РОУ-5, 1-ПТУ-4,0, КСО-9, РПН-4, ПРТ-16 и РОС-3, а также снятые с производства, но имеющиеся в хозяйствах РПТМ-2А, РПТУ-2, ТУП-3А и 1-ПТУ-3,5.

При выборе технологической схемы внесения удобрений учитываются расстояния от навозохранилища до полей, наличие, вид транспорта и другие факторы.

Для определенных расстояний до полей может быть применена такая схема работы:

$$T_{c.o.} = P_x + T_n + B_n.$$

По этой схеме можно организовать работу разбрасывателей КСО-9 и других, кроме низкорамного РПН-4, для которого удобнее групповой метод использования с доставкой удобрений в поле автомобилями-самосвалами, легко перегружающими удобрения в этот разбрасыватель.

При применении разбрасывателей куч РУН-15А и РУН-15Б масса куч соответствует грузоподъемности транспортных средств; разбрасыватель движется вдоль ряда, расстояние между рядами равно ширине разбрасывания  $B_p$ , а расстояние между кучками в ряду, м:

$$l = \frac{10^4 G_{куч}}{B_p H}, \quad (3.3)$$

где  $G_{куч}$  – масса удобрений в одной куче, т.

Для внесения жидких органических удобрений используются агрегаты с разбрасывателями РЖТ-16, РЖТ-8, РЖТ-4, РЖУ-3,6 и заправщики жидких удобрений ЗУ-3,6 и ЗЖВ-1,8. Высокая эффективность внесения жидких удобрений подтверждается опытом передовых хозяйств.

В районах страны, богатых торфом, готовят торфоминеральные или торфонавозные смеси и компосты. При этом используются туковые разбрасыватели или сеялки, дисковые бороны, бульдозеры, смесители-погрузчики и другие машины.

При организации работы отрядов по внесению органических удобрений очень важно согласовать по производительности погрузчики и разбрасыватели. С этой целью за одним погрузчиком закрепляют обычно два разбрасывателя.

### ***Приготовление и внесение минеральных удобрений.***

Приготовление минеральных удобрений к внесению включает в себя три основные операции: измельчение, просеивание и смешивание. Для измельчения слежавшихся удобрений применяются универсальные измельчители типа ИСУ-4, для просеивания – решетчатые устройства измельчителей и грохоты ГЖ-1, а для смешивания подходят тукосмесительные установки, подобные бетономешалкам.

Основное внесение минеральных удобрений выполняется по различным технологическим схемам, например,  $T_{c.o.} = P_c + T_n + B_n$  или  $T_{c.o.} = P_c + T_n + P_n + B_n$ .

Широкое применение на внесении минеральных удобрений получили центробежные разбрасыватели РУ-4,0, РУН-5-10, РУП-5-10, 1-РМТ-4, КСА-3; разбрасыватель горный навесной РМС-6 и навесной НРУ-0,5; разбрасыватель пылевидных удобрений АРУП-8 на шасси автомобиля и РУП-8 на тракторах Т-150К, К-700, имеющие высокую производительность. Однако неравномерность распределения удобрений по полю большая, а при сильном ветре они не могут работать. Лучшее качество работы показывают сеялки РТТ-4,2. Одна сеялка может агрегатироваться с трактором Т-25, а три сеялки – с трактором класса 30 кН. Допускается шеренговое агрегатирование. Расстояния между пунктами заправки, число кругов, проходимых без заправки, количество удобрений, которое нужно иметь на пунктах заправки, рассчитываются так же, как и для посевных агрегатов.

Способы движения агрегатов – челночный и с перекрытием. Очень важно не допускать пересева или огрехов, поэтому агрегаты нужно оборудовать слепоуказателями и маркерами.

При выборе направления движения учитывают состояние поля. При слабом ветре и плохо выровненной поверхности поля движение агрегата принимают по направлению вспашки, а при хорошей выровненности – перпендикулярно направлению ветра.

### 3.2. Расчет технологических параметров процесса внесения минеральных удобрений

Минеральные удобрения, по возможности подсушенные до влажности 15%, складывают на обочинах поля небольшими кучами (3-6 ц) в соответствии с емкостью  $V_c$ , м<sup>3</sup>, высевающих машин; кучи располагают на определенном расстоянии  $l_3$  одна от другой в зависимости от принятой нормы высева  $Q_n$ , кг/га.

Расстояние между кучами при заправке с одной стороны поля определяется зависимостью, м

$$l'_3 = 10^4 \frac{V_c \gamma \Delta}{2LQ_n}, \quad (3.4)$$

а при заправке с обеих сторон загона, м:

$$l''_3 = 10^4 \frac{V_c \gamma \Delta}{LQ_n}, \quad (3.5)$$

где  $L$  – длина гона, м;

$\gamma$  – вес 1 м<sup>3</sup> вносимого материала (табл. 3.1);

$\Delta$  – коэффициент использования емкости  $V_c$  (0,9-1,0).

Выбор того или другого способа заправки зависит от длины гона  $L$  и предельной длины хода туковой сеялки от одной заправки до другой, определяется зависимостью, м

$$S_{3_{\max}} = 10^4 \frac{V_c \gamma \Delta}{Q_n b}, \quad (3.6)$$

где  $b$  – ширина захвата сеялки, м.

Если  $L < S_{3_{\max}}$ , то, чтобы избежать лишней транспортировки неиспользуемых удобрений, сеялку загружают количеством удобрений, определяемым по формуле, кг

$$Q_y = V_c \gamma \Delta = \frac{S_{3_{\max}} Q_n b}{10^4}. \quad (3.7)$$

**Работа агрегатов.** Чтобы уменьшить затраты труда и потребность в рабочей силе, как правило, следует механизировать заправку туковых сеялок с помощью автомобильных или тракторных погрузчиков.

Таблица 3.1

## Объемный вес удобрений

Виды удобрений	Вес 1 м <sup>3</sup> , кг	Виды удобрений	Вес 1 м <sup>3</sup> , кг
<b>Минеральные:</b>		<b>Органические:</b>	
гипс	1650-1730	торф (крошка)	250-300
известь	1700-1800	навоз перепревший	900-1100
фосфорная мука	1650-1840	навоз неперепревший	600-700
суперфосфат	900-1100	компост	
сернистый калий	1200-1320	(навозно-земляной)	1100-1400
аммиачная селитра	900-1000		

Применение высокопроизводительных погрузчиков экономически целесообразно лишь при групповой работе нескольких сеялок, причем общая производительность всех туковых сеялок в весовых единицах высеваемых туков должна составлять не менее 0,8 производительности погрузчика, кг/ч, т.е.

$$0,1Bv\tau Q_n n \geq 0,8W, \quad (3.8)$$

где  $n$  – число туковысевающих агрегатов в группе;

$W$  – средняя часовая производительность погрузчика, кг.

Минеральные удобрения высевают по возможности в безветренную погоду. Подкормку озимых проводят по мерзлой еще почве, что уменьшает повреждение растений и значительно уменьшает тяговое сопротивление машин.

При первом проходе необходимо проверить, насколько выдерживается требуемая норма. Для этого загружают сеялку взвешенным количеством удобрений  $Q_y$  и определяют длину пути  $S_{3\max}$ , на котором удобрения должны быть внесены при средней ширине захвата  $b$  и принятой норме  $Q_n$ , м, т.е.

$$S_{3\max} = 10^4 \frac{Q_y}{Q_n b}. \quad (3.9)$$

*Установка машин на заданную норму внесения удобрений*

Машины с тарельчатыми туковысевающими аппаратами устанавливают на норму высева удобрений следующим образом. Определяют расчетное количество удобрений  $Q_{y.p.}$ , высе-

ваемых за  $n$  оборотов приводного колеса при заданной норме внесения  $H$  кг/га, по формуле, кг:

$$Q_{y.p.} = \frac{\pi D B_p H n}{10^4}, \quad (3.10)$$

где  $D$  – диаметр приводного (ходового) колеса, м.

При пробной проверке необходимо, чтобы колесо сеялки вращалось с такой же частотой, с какой оно будет вращаться во время посева. Поэтому находят время  $t$ , за которое нужно при проверке сделать  $n$  оборотов колеса:

$$t = 3,6 \frac{\pi D n}{v_p K_n}, \quad (3.11)$$

где  $K_n$  – коэффициент, учитывающий проскальзывание колеса сеялки ( $K_n = 0,92 \div 0,95$ ).

Если высевальные аппараты вносят удобрения в рядки, где  $m_p$  – их число, то каждый из них за  $n$  оборотов колеса должен высевать

$$Q_{y.p.}^1 = \frac{\pi D B_p H n}{10^4 m_p}. \quad (3.12)$$

Фактическое количество удобрений, полученное при пробном высеве, не должно отличаться от расчетного более чем на 10%.

Окончательно заданную норму высева проверяют в поле.

Для этого необходимо до начала работы определить расчетом путь  $S_p$ , на котором должно высеваться заданное количество удобрений  $Q_{y.p.}$  в соответствии с установленной нормой внесения, м:

$$S_p = \frac{10^4 Q_{y.p.}}{B_p H}. \quad (3.13)$$

Затем в поле перед началом опытного проезда на длину  $S_p$  выравнивают удобрения в бункере (ящике или банке) и их уровень отмечают на стенках. Засыпают отмеренное количество удобрений  $Q_{y.p.}$  и делают рабочий ход на длине гона  $S_p$ . Останавливают агрегат, разравнивают удобрения и если уровень оставшихся удобрений не совпадает с отметкой, то регулировка

необходима при отклонении фактического высева от заданного больше допустимого.

**Машины с транспортерным подающим устройством** устанавливают на заданную норму внесения удобрений так. По заданной норме внесения определяют расчетную скорость движения транспортера, м/с:

$$v_{TP} = \frac{v_p B_p H}{10^4 h_y b_{TP} \rho}, \quad (3.14)$$

где  $v_p$  – средняя скорость движения агрегата, м/с;

$h_y$  – толщина слоя удобрений, м;

$b_{TP}$  – ширина транспортера, м;

$\rho$  – плотность удобрений, кг/м<sup>3</sup>.

Устанавливают соответствие фактической скорости транспортера расчетной, для чего для машин с приводом от ВОМ замеряют путь транспортера  $S_{TP}$  за  $n_B$  (15 ÷ 20 оборотов карданного вала), а для машин с приводом от ходового колеса – за  $n_K$  (15 ÷ 20 оборотов).

Для машин с приводом от ВОМ эта скорость будет равна, м/с:

$$v'_{TP} = S_{TP} \frac{n_{ВОМ}}{n_B 60}, \quad (3.15)$$

где  $n_{ВОМ}$  – частота вращения ВОМ трактора при работе.

Для машин с приводом от ходового колеса фактическая скорость, м/с

$$v''_{TP} = S_{TP} \frac{v_p}{\pi D n_K}. \quad (3.16)$$

Если полученные при такой проверке  $v'_{TP}$  и  $v''_{TP}$  не соответствуют расчетным, то необходимо изменить передаточное число механизма передачи, чтобы получить совпадение скоростей.

Проверяют точность установки машины на заданную норму внесения сравнением расчетного пути опорожнения ее бункера с фактическим и при необходимости корректируют количество высеваемых удобрений.

**Машины, вносящие жидкие удобрения**, тоже устанавливают на норму, т.е. рассчитывают расход жидкости  $q$  через распылитель или жиклер, л/мин.:

$$q = \frac{B_p \nu_p H}{600m}, \quad (3.17)$$

где  $m$  – число распылителей или жиклеров.

По полученным значениям  $q$  и графикам зависимостей расхода жидкости через жиклеры от давления выбирают рабочее давление в напорной магистрали или диаметр сменного жиклера.

**Внесение удобрений с помощью авиации** получает широкое распространение. Для этих целей используются самолеты и вертолеты гражданской авиации специального назначения: Ан-2, Як-12, Ми-1НХ, Ка-15 и др. Для проведения работ необходимо учитывать скорость ветра, температуру и влажность воздуха. Допускается внесение удобрений с самолетов при боковом ветре до 4 м/с высота полетов в пределах 10-50 м, в зависимости от вида удобрений и условий их посева. Для загрузки самолетов применяются различные погрузчики (Д-452, 4004А, ЗКН-1,5 и др.).

**Контроль качества работы агрегатов** заключается в определении равномерности внесения удобрений и отсутствии огрехов.

Степень неравномерности можно оценить сбором высеваемых удобрений на площадках размером 0,25 м<sup>2</sup> с помощью пластмассовых форм. Для сбора удобрений можно использовать брезент или полиэтиленовую пленку. Разрабатываются также устройства, контролирующие ход технологического процесса внесения и сигнализирующие трактористу о возникновении неисправностей в каждом высевающем устройстве.

### **3.3. Расчет технологических параметров процесса внесения органических удобрений**

Процесс подготовки и внесения органических удобрений, учитывая сравнительно большие нормы их внесения (от 10 до 40 т/га), отличаются значительной энергоемкостью. При ручном

выполнении многих вспомогательных процессов внесение на поля органических удобрений обходится нередко хозяйствам дороже, чем минеральными туками. По мере расширения производства и повышения качества минеральных удобрений их применение будет приобретать все большее значение. Поэтому комплексная механизация всех процессов заготовки, вывозки и внесения органических удобрений является необходимым условием обеспечения сельскохозяйственного производства дешевым удобрением в требуемых количествах.

Норму внесения удобрений определяют для каждого поля в зависимости от содержания в почве питательных веществ и в соответствии с технологической картой.

Агротехнические требования при внесении органических удобрений:

1) среднее отклонение дозы внесения от заданной на контрольных участках площади не должно превышать  $\pm 5\%$  по массе;

2) неравномерность распределения удобрений по ширине разбрасывания должна находиться в пределах  $\pm 25\%$ , а по длине рабочего хода  $\pm 10\%$ .

Органические удобрения вносят с помощью прицепов-разбрасывателей РОУ-6, ПРТ-10-1, ПРТ-16М, МТТ-Ф-19, которые агрегируются с тракторами класса тяги 1,4; 3 и 5 при рабочей скорости 10-12 км/ч.

Как показали специальные исследования, экономическая эффективность применения кузовных разбрасывателей зависит от нормы внесения  $Q_n$ , длины гона  $L$ , грузоподъемности разбрасывателя  $G_n$ , расстояния доставки удобрений  $L_e$ , ширина захвата  $B$  и скорости движения  $v$ .

При внесении удобрений кузовными разбрасывателями (РПТУ-2,0, ТУП-3, РСШ-3,5, РТУ-4) наиболее целесообразно организовать их работу спаренными звеньями; каждое из них состоит из погрузчика и двух разбрасывателей. Бурты навоза располагают по трассе проходов разбрасывателей на расстоянии, равном пути опорожнения  $S_{з, макс}$ . Каждый погрузчик находится у соответствующего бурта и обслуживает два разбрасывателя. Такой способ работы позволяет значительно сократить холостые проходы разбрасывателя. Наилучший эффект достигается, если размеры штабелей соответствуют грузоподъемности

разбрасывателей. Наивыгоднейший вес штабеля составляет для разбрасывателя грузоподъемностью 2 т около 35 т, для разбрасывателя грузоподъемностью 3 т – 50 т, для разбрасывателя грузоподъемностью 4 т – 70 т.

При использовании разбрасывателя куч необходимо правильно укладывать кучи навоза или компоста по полю, чтобы обеспечить достаточную равномерность распределения (рис. 3.1). Кучи укладываются по полю прямолинейными рядами с расстоянием, равным рабочей ширине захвата разбрасывателя  $B$  в м. Расстояние между кучами в ряду  $l_k$  в м устанавливается в зависимости от нормы внесения  $H$ , т/га, и веса удобрений в одной куче  $Q_k$ , т, по аналогичной формуле, м:

$$l_k = 10^4 \frac{Q_k}{HB}. \quad (3.18)$$

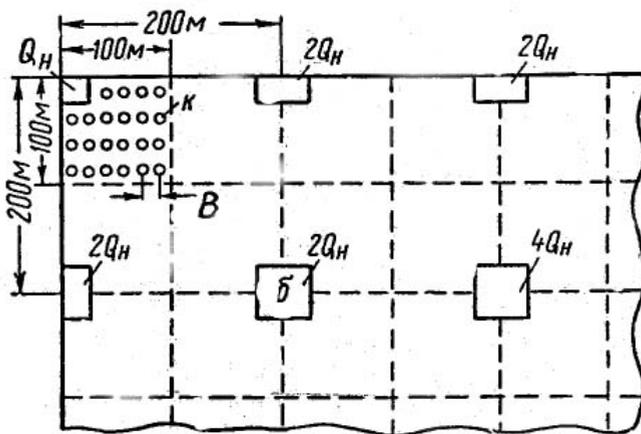


Рис. 3.1. Схема расположения буртов (б) и куч (к) навоза для обеспечения нормальной работы разбрасывателя

При применении навесного разбрасывателя РУН-15А вес куч соответствует грузоподъемности транспортных средств (обычно от 2,0 до 3,5 т). Если удобрения легковесны (сухой перегной или торфокрошка), рабочая ширина захвата или расстояние между рядами куч берется меньше 12 м, для влажных, более тяжелых удобрений – увеличивается до 15 м (рис. 3.2). Равно-

мерность разбрасывания зависит от правильно выбранного перекрытия захвата при смежных проходах. При этом неравномерность разбрасывания может быть снижена для кузовных разбрасывателей до 12%, а для разбрасывателей из куч – до 20%.

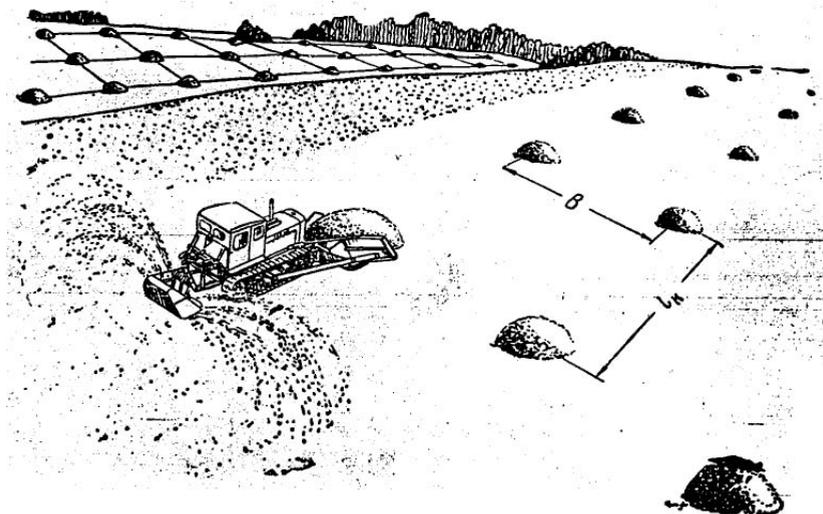


Рис. 3.2. Схема работы навесного разбрасывателя РУН-15А

**Внесение жидких органических удобрений.** Для забора, транспортировки и разлива жидкого навоза и навозной жижи применяют заправщики-разбрасыватели ЗУ-3,6, РЖУ-3,6 и ЗЖВ-1,8. Их используют также для полива буртов во время приготовления торфонавозных и других компостов.

РЖУ-3,6 представляет собой съемную цистерну емкостью  $3,6 \text{ м}^3$ , установленную на шасси автомобиля ГАЗ-53А.

Для транспортировки, перемешивания и сплошного поверхностного разлива жидких органических удобрений используют высокопроизводительные разбрасыватели РЖУ-3,6, РЖТ-4, РЖТ-8 и РЖТ-16.

Норму вылива жидких органических удобрений заправщика-разбрасывателя РЖУ-3,6 регулируют подбором сменных насадок с

внутренним диаметром отверстий 40, 65 или 80 мм, а также изменением скорости движения и ширины поливаемой полосы.

Перед работой жиже-разбрасыватель проверяют на заданную норму вылива путем отсчета времени ( $T_B$ , мин.) вылива из цистерны известного количества жидкости:

$$T_B = \frac{600Q_c}{H_{жс} B_p v_p}, \quad (3.19)$$

где  $Q_c$  – масса жидкости в цистерне, т;

$H_{жс}$  – норма вылива, т/га;

$B_p$  – ширина разлива, м;

$v_p$  – рабочая скорость движения, км/ч.

Для этого цистерну наполняют жижей, создают в цистерне требуемое давление отработавшими газами, после этого открывают затвор разливочного приспособления и фиксируют время начала и конца вылива. В случае отклонения расчетного и фактического времени вылива уточняют регулировки (меняют насадки, изменяют скорость движения и пр.).

Схема движения агрегата зависит от площади и конфигурации поля, длины гона, состава агрегата, нормы внесения удобрений и типа средств заправки. Чаще всего при внесении жидких органических удобрений применяют челночную схему движения агрегатов. При внесении удобрений на склонах агрегаты водят вдоль склона.

Места заправки агрегатов намечают в зависимости от нормы внесения, емкости цистерны и длины гона.

Норму внесения удобрений контролирует тракторист-машинист или водитель в течение смены, а агроном – в течение смены и после ее окончания. Для обеспечения высокого качества работы механизатор должен поддерживать скорость движения агрегата, соответствующую заданной норме внесения удобрений, следить за давлением в цистерне, при необходимости немедленно регулировать его, а также прочищать насадки и жиклеры.

Необходимо следить за тем, чтобы удобрения на почву подавались только во время работы агрегата. Подтекание и слив удобрений на стоянке не допускается.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как выбрать агрегат для внесения органических удобрений? Как организовать внесение органических удобрений с использованием разбрасывателей кузовного или роторного типа?

2. В чем состоит сущность организации поточного способа внесения органических удобрений?

3. Какие основные технологические схемы внесения минеральных удобрений?

4. Как подобрать машины для внесения минеральных удобрений?

5. Какие основные требования к подготовке машин для внесения минеральных удобрений?

6. Как организовать внесение минеральных удобрений с помощью автомобильного разбрасывателя КСА-3 и тракторного – 1РМГ-4?

7. Как организовать внесение аммиачной воды?

8. Каковы отличительные особенности внесения безводного аммиака?

9. Каков состав комплекса машин для внесения безводного аммиака?

10. Какие существуют основные технологические схемы внесения безводного аммиака?

11. Как организовать внесение жидких органических удобрений?

12. Какие меры обеспечивают высокую равномерность внесения удобрений?

13. Какие факторы следует учитывать при выборе оптимальных параметров и режимов работы разбрасывающих агрегатов при внесении органических удобрений?

14. Пользуясь материалами учебника, определите размещение запасов минеральных удобрений (суперфосфат) на поле заданных размеров при внесении их агрегатом из трактора класса 3 т и четырех сеялок РТТ-4 при норме высева  $Q_n = 2$  ц/га.

15. Определите наивыгоднейшие параметры кузовных разбрасывателей и режимы их работы при произвольно заданных значениях нормы внесения навоза  $Q_n$ , длины гона  $L$  и расстояния доставки удобрений  $L_e$ .

## ГЛАВА 4. ТЕХНОЛОГИЯ И РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ПОСЕВА, ПОСАДКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

### 4.1. Технологические основы процесса посева сельскохозяйственных культур

Основной задачей посева является равномерное распределение семян по площади с принятой нормой посева, заделка их на глубину, определенную агротехническими требованиями, и обеспечение контакта семян с влажными слоями почвы, необходимого для получения дружных и равномерных всходов. Применяют следующие виды и способы посева:

- а) рядовой, обыкновенный, междурядья 12-15 см;
- б) узкорядный, междурядья 5-8 см;
- в) перекрестный (продольно-поперечный и диагонально-диагонально-перекрестный), получаемый в результате двух взаимно перпендикулярных проходов.

Агротехнические требования:

- 1) проведение сева в оптимальные сроки;
- 2) отклонение заделки семян от заданной глубины допускается не более  $\pm 1$  см. Все семена должны быть заделаны в почву;
- 3) стыковые междурядья при смежных проходах агрегата могут отклоняться от принятого междурядья не более чем  $\pm 5$  см;
- 4) отклонение от заданной нормы высева не должно превышать  $\pm 3\%$ . Поворотные полосы засевают с той же нормой высева, что и основное поле. Огрехи и пересевы не допускаются.

Состав посевных агрегатов представлен в таблицах 4.1, 4.2.

Таблица 4.1

Состав агрегата для посева зерновых

Марка трактора	Марка сцепки	Марка сеялки	Число сеялок
К-700, К-701, К-701М	СП-16	СЗП-3,6; СЗУ-3,6; СЗТ-3,6; СЗА-3,6	4-5
Т-153, Т-151К	СП-11	То же	3
Т-4А	СП-16	То же	4
ДТ-75М, ДТ-75МВ	СП-22	То же	3

Таблица 4.2

## Техническая характеристика переспективных зерновых сеялок

Показатели	СЗП-3.6А	СЗП-8	СЗП-12	СЗП-16	СЗС-12	СТС-6	СТС-12
Производительность, га/ч	4	5,14	7,72	8,58	9	2,9	4,5
Рабочая скорость, км/ч	До 15	До 12	До 12	До 12	До 10	8	8
Ширина захвата, м	3,6	7,8	11,7	16,6	12,3	6,1	12,2
Ширина междурядий, см	15	15	15	15	22,8	22,8	22,8
Число сошников	25				54	27	54
Глубина заделки семян, мм	40 ÷ 80	30 ÷ 80	30 ÷ 80	30 ÷ 80	40 ÷ 80	20 ÷ 100	20 ÷ 100
Габаритные размеры, мм	3985x3710x1755	7450x9400x2780	9500x13400x2780	8900x17600x2600	7600x18580x3800	7200x8840x2665	72x1768x9283
Конструктивная масса, кг	1839	5660	8530	11360	8300	4525	9283
Агрегируется с тракторами класса кН 1,4	1,4	2	3	5	5	3	5
Повышение производительности в сравнении с прототипом, %	-	64	83	80	22	-	-

Предпосевная технология подготовки почвы показана на рисунке 4.1.

При подготовке поля к посеву тщательно отбивают поворотные полосы и провешивают линии первого прохода агрегата.

Направление движения посевных агрегатов выбирают поперек или по диагонали к направлению пахоты, что обеспечивает более равномерную глубину заделки семян.

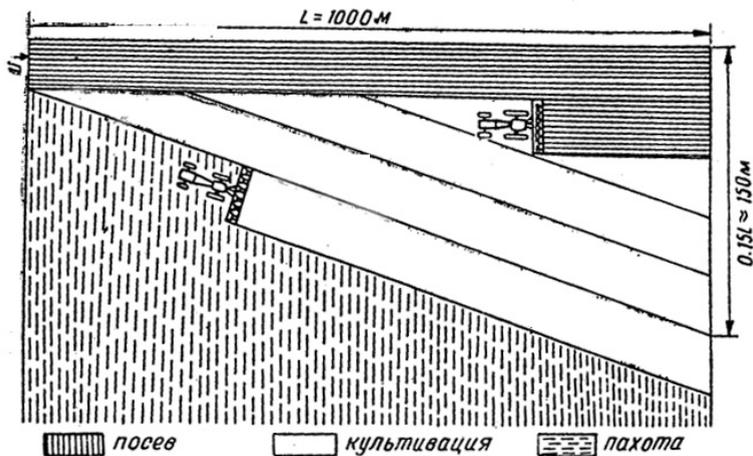


Рис. 4.1. Схема движения агрегатов на предпосевной подготовке почвы диагонально-угловым способом

Первый проход агрегата производится по установленным вешкам, строго прямолинейно. Во время прохода первого круга для проверки высева следует двигаться равномерно с принятой скоростью без переключения передач, по возможности без остановок. Последующие проходы агрегата производят по следу маркера, причем в зависимости от условий рельефа допускается маневрирование скоростями с целью повышения производительности агрегата.

В начале работы необходимо проверить фактическую глубину заделки семян и убедиться в ее соответствии заданной.

Во время работы посевного агрегата сеяльщики должны следить:

1) за работой высевающих аппаратов, особенно при высеве малосыпучих семян трав; нельзя допускать прекращения вы-

сева вследствие попадания вместе с семенами случайных предметов (остатков соломы, завязок от мешков и т.п.);

2) за работой сошников, не допуская их забивания почвой или растительными остатками, что может влиять на изменение глубины заделки семян;

3) за техническим состоянием сеялок, сцепки и работой маркеров;

4) за сохранением установленных стыковых междурядий; при обнаружении отклонения последних от нормы сеяльщики должны сигнализировать трактористу.

Во время смены необходимо проверять надежность крепления всех узлов и деталей и производить смазку в соответствии с правилами технического ухода.

При гоновых способах движения повороты агрегата производят на поворотной полосе при пониженной скорости движения за счет уменьшения оборотов двигателя на рабочей передаче. Сошники сеялки и метчик маркера при повороте должны находиться в приподнятом (выключенном) положении.

Включение и выключение сеялок надо производить точно на границах поворотных полос для того, чтобы устранить перекрытия сева и связанные с этим потери семян, а также огрехи (недосевы).

### *Контроль качества посева*

При посеве необходимо систематически во время работы контролировать качество сева, не допуская плохой работы и помня, что предупредить брак проще, чем его исправить.

Во время работы посевного агрегата качество сева проверяется на первом, втором и третьем проходах, а в дальнейшей работе – не реже 2-3 раз за смену. Контролю подвергаются:

1) ширина стыковых междурядий двух смежных сеялок в агрегате;

2) ширина стыковых междурядий двух смежных проходов агрегата;

3) глубина заделки семян;

4) открытие катушек высевяющих аппаратов.

Для проверки ширины стыковых междурядий необходимо вскрыть борозды от крайних сошников двух смежных сеялок до нахождения нескольких семян и измерить расстояние между найденными семенами перпендикулярно направлению сева, пользуясь двумя линейками. Отклонение ширины стыковых междурядий от нормальной не должно превышать между смежными сеялками в агрегате 1 см, между смежными проходами агрегата 5 см.

Для проверки глубины заделки семян сошниками необходимо вскрыть борозды после 2-3 передовых и 2-3 задних сошников, не идущих по следам колес трактора и сцепки. Борозды следует вскрывать по линии, перпендикулярной ходу сеялки, на длине 10-20 см до нахождения семян. После этого надо произвести не менее 10 замеров глубины их заделки.

С этой целью на выровненную поверхность почвы вдоль ряда следует положить линейку так, чтобы один ее конец находился над вскрытой бороздой. С помощью второй линейки, которую ставят перпендикулярно первой, измеряют расстояние от зерна до нижней стороны горизонтальной линейки (рис. 4.2).

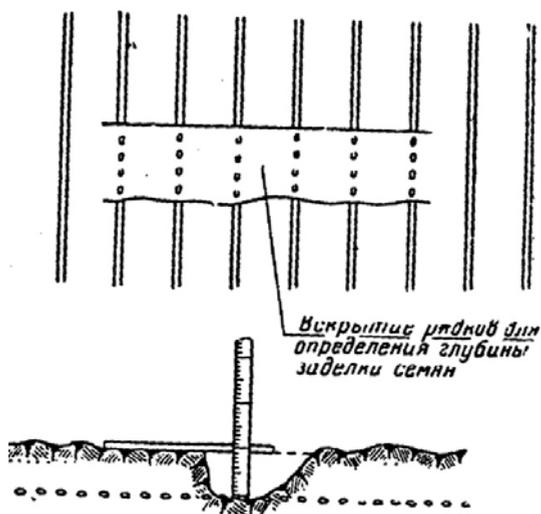


Рис. 4.2. Замер глубины заделки семян

Сумма полученных замеров, деленная на их количество, даст среднюю глубину заделки семян. Отклонение средней глубины заделки семян от заданной не должно быть более следующих значений:

±0,5 см при глубине заделки, равной 3-4 см;

±7 см при глубине заделки, равной 4-5 см;

±1,0 см при глубине заделки, равной 6-8 см.

При больших отклонениях следует отрегулировать глубину хода сошников. Незаделанных семян на поверхности поля не должно быть.

Окончательная оценка качества посева производится после появления всходов путем проверки ширины междурядий, отсутствия огрехов и пересевов. Проверку ширины междурядий по всходам производят в стыке смежных сеялок в агрегате и в стыке двух проходов агрегата путем наложения рулетки. Замеры выполняют в 10-16 местах по диагонали поля. При плохом посеве нередко встречаются огрехи.

Проверка на огрехи и пересевы производится путем осмотра поля по диагоналям. Выявленные пропуски должны быть немедленно засеяны.

#### 4.2. Расчет технологических параметров процесса посева

Высев семян зерновых культур во время сева должен быть устойчив. Отклонение от заданной нормы высева семян не должно превышать ±3%.

Норму высева зерна определяют в каждом отдельном случае, учитывая всхожесть и чистоту семян, повреждение растений при бороновании по всходам.

$$H = \frac{h_{cm} \cdot A \cdot 10^4}{P_g \cdot C_r \cdot K_{он} \cdot 10^6}, \quad (4.1)$$

где  $h_{CT}$  – желаемая густота стеблестоя растений в период уборки урожая, шт/м<sup>2</sup>;

$A$  – масса 1000 семян, г;

$P_g$  – лабораторная всхожесть семян, %;

$C_r$  – чистота семян, %;

$K_{\delta n}$  – коэффициент, учитывающий повреждение растений при бороновании по всходам (0,90±0,95).

Перед началом посева в полевых условиях проверяют правильность установки сеялки на норму высева.

Внутри семенных ящиков на всех четырех стенках на высоте 10 см от дна наносят контрольную черту, до которой в ящик засыпают семена, после чего тщательно выравнивают их дощечкой. Затем в семенной ящик каждой сеялки засыпают контрольную навеску семян из расчета засева площади на один круг. Контрольная навеска определяется по формуле

$$K_{nc} = \frac{b \cdot 2 \cdot L \cdot H}{10^4}, \quad (4.2)$$

где  $b$  – ширина захвата одной сеялки, м;

$L$  – длина загонки, м;

$H$  – норма высева семян, кг/га.

С целью обеспечения требуемой ширины стыкового междурядья между смежными проходами агрегат необходимо оборудовать маркерами. Вылет маркера, т.е. расстояние от крайнего сошника до слеодообразователя, зависит от ширины захвата агрегата, колеи трактора и ширины стыкового междурядья:

$$l_n = \frac{B - K_T}{2} + m; \quad i_c = \frac{B + K_T}{2} + m, \quad (4.3)$$

где  $l_n, l_c$  – длина правого и левого маркера;

$K_T$  – колея трактора, м;

$B$  – расстояние между крайними сошниками в агрегате, м;

$m$  – ширина стыкового междурядья, м.

Если трактор по следу вести по очереди то левым, то правым ходовым аппаратом, длина левого и правого маркера будет одинаковой:

$$l_n = l_c = \frac{B - K_T}{2} + m. \quad (4.4)$$

При составлении машинно-тракторных агрегатов необходимо предусмотреть правильное решение следующих вопросов: выбор сцепки, размещение машин по фону сцепки, направление линии тяги в вертикальной и горизонтальной плоскостях, подбор длины тяг от орудий к сцепке.

**Выбор сцепки** – при размещении необходимого количества машин или орудий сцепку следует выбирать с наименьшим фронтом, так как с увеличением фронта сцепки увеличивается ее вес, а следовательно, и тяговое сопротивление.

**Разметка бруса сцепки** – равномерное размещение машин по фронту сцепки относительно ее средней продольной оси – позволяет избежать перекосов сцепки при работе.

С этой целью заранее делают разметку точек прицепа орудий на основном брусце сцепки. При четком числе машин в агрегате от середины основного бруса сцепки отмеряют в обе стороны по половине захвата машины, а далее по целому захвату машины согласно их числу в агрегате.

При нечетном числе машин от середины основного бруса отмеряют в обе стороны по захвату. Большее количество машин размещают в переднем ряду, а меньшее – в заднем. Это сокращает количество удлинителей и облегчает поворот агрегата. Проводя разметку бруса сцепки, необходимо следить, чтобы равнодействующая сила сопротивления агрегируемых машин проходила через точку крепления сцепки с трактором. При несоблюдении этого условия сцепка с сельскохозяйственными машинами будет работать с перекосом.

Подбирая тяги от орудия к сцепке, необходимо руководствоваться следующими положениями. Тяги с большей, чем необходимо, длиной увеличивают при работе длину поворота пути агрегата, а следовательно, и время на холостые заезды. Тяги с малой длиной могут привести к поломкам агрегата при повороте.

Энергетический расчет посевного агрегата ведется по методике, аналогичной пахотному агрегату.

1. Вначале определяется примерное число машин в агрегате с целью выбора фронта сцепки:

$$m'_M = \frac{\left( P_{KP}^0 \pm G \cdot \frac{i}{100} \right) \cdot \xi}{R_M}, \quad (4.5)$$

где  $R_M$  – сопротивление широкозахватной машины, кН;

$$R_M = K'_V \cdot \beta_M \cdot \vartheta + G_M \cdot \left( f \pm \frac{i}{100} \right), \quad (4.6)$$

где  $\beta_M$  – коэффициент использования конструктивной ширины захвата машины;

$\vartheta$  – конструктивная ширина захвата одной машины, м;

$G_M$  – эксплуатационный вес сеялки, кН.

$$G_M = G_{KC} + Q_c; \quad Q_c = V_c \cdot \gamma_c, \quad (4.7)$$

где  $G_{KC}$  – конструктивный вес сеялки, кН;

$Q_c$  – вес семян, кН;

$V_c$  – объем семенного ящика сеялки, м<sup>3</sup>;

$\gamma_c$  – удельный вес семян, кН/м<sup>3</sup>.

Полученная числовая величина  $m'_M$  округляется до целого числа и по формуле определяется фронт сцепки, а по нему согласно справочнику подбирается сцепка и устанавливается ее вес. После этого определяется действительное число машин в агрегате по формуле

$$m_M = \frac{\left( P_{KP}^0 \pm G \frac{i}{100} \right) \cdot \xi - G_{СЦ} (f_{СЦ} + i)}{R_M}. \quad (4.8)$$

При получении дробного значения  $m_M$  округляем в меньшую сторону до целого числа, кроме того,  $m_M \leq m_a$ , где  $m_a$  – максимальное количество машин, которое может агрегатироваться за выбранной сцепкой.

Тяговое сопротивление прицепной части агрегата будет иметь следующий вид:

$$R_{Ш} = R_C + R_M \cdot m_M.$$

В рассмотренных примерах комплектования агрегатов предусматривается, что мощность двигателя расходуется только на поступательное движение.

Высокопроизводительная работа посевных агрегатов даже при их хорошем техническом состоянии возможна только при бесперебойном подвозе семенного материала и правильной организации заправки сеялок семенами. Лучшим способом подвоза семян и заправки сеялочных агрегатов семенами является

применение механизированных загрузчиков. Для механизированной загрузки сеялок широко применяют загрузчик сеялок АС-2М или ЗАУ-3.

Чтобы не допустить простоев посевных агрегатов по организационным причинам, следует определить потребность заправочных средств, место и время подхода их к агрегатам. Длина пути агрегата между заправками

$$L_c = \frac{V \cdot \gamma \cdot K_u \cdot 10^4}{H \cdot B_C}, \quad (4.9)$$

где  $B_C$  – ширина захвата сеялки, м;

$V$  – объем семенного ящика одной сеялки, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  – плотность семян, кг/м<sup>3</sup>;

$K_u$  – коэффициент использования семенного ящика (0,85 ÷ 0,90).

Число кругов, пройденных агрегатом между заправками

$$n_k = \frac{L_c}{2L_p}, \quad (4.10)$$

где  $L_p$  – длина загонки между контрольными полосами, м.

Расстояние между точками заправки на одной стороне участка, м:

$$S = 2n_k \cdot B.$$

Количество семян, необходимое для заправки:

$$Q = \frac{S \cdot L_p \cdot H}{10^4}. \quad (4.11)$$

Время между заправками, мин.:

$$I = t_p + t_x,$$

где  $t_p$  – время чистой работы агрегата между заправками, мин.;

$t_x$  – время, затраченное на повороты, мин.

$$t_p = \frac{L_c \cdot 60}{V_p \cdot 10^3}, \quad (4.12)$$

где  $V_p$  – рабочая скорость движения посевного агрегата, км/ч.

Загрузчик сеялок типа ЗАУ-3 должен подходить к агрегату через интервал времени. Баланс времени загрузчика сеялок определяется выражением

$$t_{3AY} = t_3 + t_6 + t_{\Gamma} + t_{\delta z} + t_{pc}, \quad (4.13)$$

где  $t_3$  – время загрузки заправщика семенами, ч.

$$t_3 = \frac{Q_3}{W_n}, \quad (4.14)$$

где  $Q_3$  – грузоподъемность заправщика, т;

$W_n$  – часовая производительность погрузчика, загружающего заправщика сеялок, т/ч;

$t_6$  – время, затраченное загрузчиком сеялок на взвешивание, ч;

$t_{\Gamma}$  – время движения загрузчика сеялок от зерносклада до места посевного агрегата, ч.

$$t_{\Gamma} = \frac{Z_1}{V_{\Gamma\Pi}} + \frac{Z_2}{V_{rd}}, \quad (4.15)$$

где  $Z_1$  – среднее расстояние движения загрузчика сеялок от дороги до места работы посевного агрегата на поле, км;

$V_{\Gamma\Pi}$  – скорость движения загрузчика по полю с грузом, км/ч;

$Z_2$  – расстояние от зерносклада до поля, на котором работает посевной агрегат, км;

$V_{rd}$  – скорость движения загрузчика по дороге, связывающей поле с зерноскладом, км/ч;

$t_{\delta z}$  – время движения загрузчика без груза определяется по той же формуле, что и  $t_{\Gamma}$ , только вместо  $V_{\Gamma\Pi}$ ,  $V_{rd}$  подставляем  $V_{\Gamma\Pi}$ ,  $V_{nd}$  скорости движения загрузчика сеялок порожняком по полю и по дороге;

$t_{3c}$  – время, затраченное на загрузку сеялок, ч.

Количество загрузчиков сеялок определяется по формуле

$$n_{3AY} = \frac{t_{3AY} \cdot 60}{I}. \quad (4.16)$$

В целях повышения суточной производительности агрегатов при выполнении технологических операций весеннего цикла необходимо организовать работу в две смены. Необходимость

двухсменной работы объясняется выполнением напряженных полевых работ в сроки, близкие к оптимальным. В этом случае рекомендуется следующий режим рабочего дня: 4:00-5:00 – доставка механизаторов на поле; 5:00 – начало работы; 8:00-9:00 – завтрак; 9:00-13:00 – работа; 13:00-14:00 – пересмена, обед, техническое обслуживание агрегатов; 14:00-18:00 – работа; 18:00-19:00 – ужин; 19:00-22:00 – работа; 22:00-22:00 – доставка механизаторов в полевой вагончик.

Механизатор выходит на работу во вторую смену и работает до 22 ч, на следующий день он выходит на работу в первую смену. Затем 1 сутки отдыхает и приступает к работе во вторую смену. Передача агрегата, его техническое обслуживание осуществляется в пересмену (13:00-14:00 ч) в присутствии обоих механизаторов.

### **4.3. Особенности процесса посева и посадки пропашных культур**

Пропашные культуры требуют для своего роста и развития такого посева, который позволял бы проводить последующую обработку почвы и другие операции ухода в междурядьях. К пропашным относятся сахарная свекла, кукуруза, подсолнечник, картофель.

Кроме большого значения пропашных культур в обеспечении витаминным и другим питанием населения и сырьем легкой и пищевой промышленности, следует отметить агрономическую их ценность в повышении плодородия, очищения полей от сорняков, накоплении и экономии влаги в почве.

#### *Основы рациональной технологии возделывания картофеля*

Картофель занимает одно из важных мест как в продовольственном, так и в фуражном фонде страны.

Урожайность картофеля составляет от 15 до 20 т/га, а в отдельных хозяйствах его собирают по 30-40 т/га.

Для получения высокого урожая картофель размещают по землям с глубоким пахотным слоем и достаточной степенью окультуренности. Хорошими предшественниками картофеля

являются бобовые, многолетние травы и другие культуры, которые оставляют после себя большое количество растительных остатков. При внесении оптимальных доз органических и минеральных удобрений высокие урожаи картофеля получают и по другим предшественникам. Картофель весьма отзывчив на полив и в условиях орошения дает высокие урожаи.

Главные требования к обработке почвы – это обеспечение рыхлого пахотного слоя для создания необходимого водно-воздушного и теплового режима, заделка пожнивных остатков, органических и минеральных удобрений, а также уничтожение сорняков и очистка почвы от различных вредителей.

Вспашку на глубину 25-27 см выполняют после лущения агрегатами, состоящими из плугов ПЛН-4-35, ПЛН-5-35, ПТК-9-35, ПЛП-6-35, а на торфяно-болотных почвах – ПКБ-75, ПБН-75, ПБН-3-45 и тракторов К-701, ДТ-175С, Т-404 и других в зависимости от рельефа, конфигурации и размера полей.

Боронование или культивацию проводят ранней весной, чтобы сохранить зимние запасы и влаги.

В последнее время все более широкое применение получает фрезерная обработка, которая позволяет более качественно рыхлить почву. Кроме того, почву повышенной влажности можно начинать обрабатывать на три-четыре дня раньше обычного. В этом случае используют фрезы ФБН-1,5, ФБН-2, фрезерный культиватор КГФ-2,8 и др.

Предпосевная подготовка почвы заключается в выравнивании поля и проведении хорошего рыхления при отсутствии на поверхности почвы комков диаметром более 5 см. Это условие необходимо для обеспечения прямолинейности рядков, равномерной глубины заделки клубней и хорошего прорастания и развития растений картофеля.

Предпосевное рыхление начинают боронами БЗТ-1 в один след, а на тяжелых почвах – в два. Затем проводят культивацию или дискование тяжелыми боронами и глубокое рыхление плугами без отвалов на глубину 25-27 см. Используют также комбинированные агрегаты РВК-3,6.

В последние годы широко применяют такой технологический прием по подготовке поля к посадке картофеля, как предварительная нарезка гребней. Эту операцию выполняют за три-

четыре дня до посадки картофеля при помощи культиваторов КРН-4,2Г и КОН-2,8ПМ с окучиванием, удобрения-гребнеобразователя УГК-2,8 (КОН-2,8Г), бороздореза-грядообразователя ГО-2.

При возделывании картофеля вносят как минеральные, так и органические удобрения. Для повышения эффективности минеральных удобрений до 70% от общего количества вносят при основной обработке почвы, а остальные 30% – во время посадки. Повышению урожайности способствуют органические удобрения, которые с учетом условий конкретного хозяйства можно вносить как осенью, так и весной.

Посадка в оптимальные сроки – одно из обязательных условий получения высоких урожаев картофеля. При определении сроков посадки учитывают местоположение участка, способ подготовки семенного материала, особенности сортов, плодородие отдельных полей и другие условия.

Способы и глубина заделки клубней зависят от типа почвы и климатических условий. Клубни при посадке заделывают так, чтобы образовалась гладкая или гребневая поверхность поля.

Гребневая посадка дает лучшие результаты во всех северных районах, где мало тепла и избыток влаги. Почва в гребнях быстрее прогревается, для клубней создаются лучшие водно-воздушный и тепловой режимы, что обеспечивает получение ранних и полноценных всходов. Такой способ эффективен на связных почвах регионов Северного Урала, Западной и Восточной Сибири и Дальнего Востока. На легких песчаных и суглинистых почвах в этих районах и в степной зоне целесообразна гладкая посадка. Гребни должны быть здесь слабо выражены – невысокие с отлогими откосами, иначе почва быстро высохнет, и картофель будет испытывать недостаток влаги.

Глубина посадки – расстояние от верхней точки заделываемого клубня до поверхности поля – зависит от типа почвы и климатических условий региона. Чем влажнее, холоднее климат и короче вегетационный период, тем мельче высаживают клубни (6-8 см), и, наоборот, чем жарче и суше климат, тем глубже сажают клубни (12-14 см). Глубина заделки клубней тесно связана с условиями уборки урожая. Более глубокое размещение маточных клубней вызывает и более глубокое залегание клуб-

невого гнезда нового урожая. Посадку осуществляют отдельно по фракциям (30-50, 50-80 и свыше 80 г). При использовании выровненных по массе клубней получается лучшая раскладка их в борозде, меньше пропусков и сдваивания. Оптимальная густота посадки зависит от качества посадочного материала, особенностей сортов, почвенно-климатических условий, уровня агротехники, заправленности почвы удобрениями, цели выращивания картофеля. Общее требование (табл. 4.3) состоит в том, чтобы к началу цветения растений вся поверхность поля была закрыта листьями.

Оптимальная густота посадки картофеля для северных и северо-западных районов – 50-55 тыс. кустов на 1 га (40-45 тыс. на песчаных и супесчаных почвах и 50-55 тыс. на суглинках), во всех засушливых районах и с неустойчивым увлажнением (Южный Урал, степная часть Западной и Восточной Сибири) – 40 тыс.

Таблица 4.3

Норма высадки посадочного материала  
в зависимости от схемы посадки, ц/га

Междурядье, см	Расстояние между растениями в ряду, см	Число растений на 1 га, тыс. шт.	Масса клубней, г						
			25	30	40	50	60	70	80
70	20	71,0	17,8	21,3	28,4	35,5	42,6	49,7	56,8
70	25	57,0	14,3	17,1	22,8	28,5	34,2	39,9	45,6
70	30	47,6	11,9	14,3	19,0	23,8	28,5	33,3	38,0
70	35	40,8	10,2	12,2	16,3	20,4	24,4	28,6	32,6
90	20	55,5	13,9	16,6	22,2	27,8	33,2	38,9	44,4

Картофель высаживают, как только почва достигнет пахотопригодного состояния и на глубине 10 см прогреется до 7...8°C. На легких песчаных и супесчаных почвах, на возвышенных местах и южных склонах клубни высаживают раньше, чем на тяжелых суглинистых и глинистых почвах.

Средняя продолжительность периода «посев-всходы» у картофеля в зависимости от температуры воздуха для различных типов почв приведена в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Средняя продолжительность периода «посев-всходы», дней

Почвы	Среднесуточная температура воздуха за период «посев-всходы», °С				
	12,1-14,0	14,1-16,0	16,1-18,0	18,1-20,0	20,1-22,0
Суглинки	33	29	25	24	22
Супески	32	28	20	21	17

Картофель высаживают рядовым способом с междурядьями 60, 70 или 90 см при расстоянии 22-40 см между отдельными клубнями в рядке (в зависимости от плодородия почвы и сорта картофеля). Величину междурядий для картофеля выбирают в зависимости от климатических условий (70-90 см для районов повышенной влажности и 60 см – для засушливых районов).

За рубежом применяют размещение клубней по площади при машинной посадке (табл. 4.5).

Таблица 4.5

Ширина междурядий, расстояние между клубнями в ряду при рядовой посадке картофеля

Страна	Ширина междурядий, см	Расстояние между клубнями в ряду, см
РФ	70, 60	25-45
США	75-107	13-50
ФРГ	62,5	20-50
Словакия	62,5	25-40
Англия	66-71	20-50

При гребневой посадке картофеля машина должна обеспечивать заделку клубней на глубину 6-8 см от вершины гребня, а при безгребневой – на 12-14 см от поверхности участка поля. Отклонения от средней глубины заделки клубней допускаются не более  $\pm 2$  см. Отклонение глубины посадки от нормальной на 5 см снижает урожай картофеля до 15%. В соответствии с этим к машинам для посадки картофеля предъявляют следующие требования.

Машина должна быть пригодной для посадки сортированного картофеля с массой клубней от 50 до 80 г округлой и продолговатой формы, а также для посадки мелких клубней от 30 до 50 г, крупных – свыше 80 г, резаных частей картофеля массой от 30 до 70 г и яровизированных клубней с длиной ростков до 2 см. При посадке клубни не должны повреждаться.

Картофелесажалки должны обеспечивать посадку картофеля с шириной междурядий 60-70 или 90 см. Отклонение в основных междурядьях не должно превышать  $\pm 2$ , в стыковых –  $\pm 10$  см.

В зависимости от почвенно-климатических условий картофелесажалки должны обеспечивать заделку картофеля как с образованием гребней, так и с гладкой поверхностью. Вершина (средняя линия) гребня должна совпадать с линией рядка картофеля. Допустимые отклонения  $\pm 2$  см.

В зависимости от условий посадки расстояние между клубнями в рядке устанавливают равным 20, 25, 30, 35 или 40 см.

При посадке крупных и средних клубней количество пропусков не должно превышать 1,5-2%, а наличие двух клубней в одном гнезде – 2%. При работе с резаными клубнями пропуски допускаются до 3% и гнезд с двумя клубнями – до 10%. При посадке мелких клубней гнезд с двумя клубнями может быть до 15%, но без пропусков и увеличения их размеров.

В целях сохранения влаги в почвах засушливых районов рабочие органы картофелесажалок не должны извлекать на поверхность влажный горизонт почвы.

В районах с достаточным и избыточным увлажнением рабочие органы должны способствовать разрыхлению почвы и сохранению ее структурного состояния.

Минеральные удобрения вносят пунктирно в две строки по обеим сторонам гнезд на расстоянии 5-7 см от ряда и на 2-3 см глубже заделки клубней.

### *Основы голландской технологии*

Применение голландской технологии на почвах, подверженных водной или ветровой эрозии, категорически запрещается. Наибольший эффект она дает на тяжелых и переувлажненных почвах, позволяет увеличивать урожайность, снизить нагрузки на рабочие органы картофелеуборочных комбайнов, до

минимума уменьшить засоренность вороха в бункере, значительно снизить травмирование клубней.

Принципиальное отличие голландской технологии от традиционной заключается в том, что рыхлый слой почвы создается не под клубнем, а над ним. Основная задача технологии – получить рыхлую, мелкокомковатую структуру почвы при минимальном количестве проходов агрегатов по полю.

Лучшими предшественниками картофеля являются пар и озимые зерновые культуры, ранние сроки уборки которых позволяют своевременно провести зяблевую вспашку почвы и дополнительную культивацию осенью для уничтожения сорняков. Осенью под предшественник или под зябь вносят органические и труднорастворимые минеральные удобрения. Дозы их устанавливаются агрохимической службой района или хозяйства. Раннюю зяблевую вспашку проводят КПП-250, ГУН-4, ПГ-3-100 на глубину до 30 см.

Весной зябь не перепахивают и не проводят весеннее боронование или культивацию для закрытия влаги, а применяют активное поверхностное рыхление почвы фрезерными культиваторами КВФ-2,8; ФПУ-4,2 на глубину 12-14 см, что позволяет начать обработку почвы в более ранние сроки, не дожидаясь ее полной физической спелости по всей глубине пахотного слоя. При этом обрабатывается только верхний слой без извлечения на поверхность влажной почвы из нижних горизонтов, культиваторы КВФ-2,8, ФПУ-4,2 одновременно выполняют три операции: фрезерование, планировку и прикатывание почвы.

Следующая технологическая операция – посадка картофеля. Разрыв во времени между подготовкой почвы и посадкой картофеля не допускается. Семенной картофель должен быть высокой репродукции, 100%-ной чистоты и всхожести, с размером клубней 30-60 мм в диаметре. Клубни перед посадкой прогреваются в течение 12-16 дней и протравливаются на стационарных пунктах или в ходе самой посадки при помощи приспособления, установленного на картофелесажалке. Посадка клубней производится сажалками КСМ-4, КСМ-6 на глубину 4-6 см, после посадки от дисков сажалок образуются небольшие по размерам гребни (высотой до 8-10 и шириной 3-35 см).

Для получения планируемого урожая продовольственного картофеля расстояние между клубнями в рядке не должно превышать 30-35, семенного – 20-25 см. При посадке картофеля необходимо добиваться максимально возможной прямолинейности рядков и строго выдерживать стыковые междурядья. Мелкая посадка и небольшие размеры гребня обеспечивают быстрое прогревание почвы и прорастание клубней.

Перед появлением всходов, примерно на 10-15-й день после посадки, или по всходам картофеля проводят формирование рабочего гребня фрезерным культиватором типа ФПУ-4,2, оборудованным гребнеобразователем. Оставшийся при посадке между гребнями верхний и не паханный в междурядьях нижний слой разрыхляют фрезой. После прохода фрезы почва попадает в гребнеобразователь, создающий гребни трапециевидной формы (высота – 25-28 см, ширина нижнего основания – 20, ширина верхней части – 10-15 см) с одновременным объемным сжатием рыхлого слоя. Сорняки в междурядьях уничтожаются, а на гребнях засыпаются почвой вместе со всходами картофеля, которые в рыхлом слое быстро прорастают, опережая сорняки. Культиватор обеспечивает получение выровненной и уплотненной поверхности гребней. В гребнях над маточными клубнями из рыхлой, структурной почвы формируется слой толщиной 18-20 см. В этом слое развиваются длинные и мощные столоны, на них образуется значительно большее количество клубней нового урожая, чем по обычной технологии. В таких гребнях растения меньше зависят от погодных условий в период вегетации. После гребнеобразования другие механические междурядные обработки не проводятся. Для уничтожения сорняков применяется гербицид избирательного действия – зенкор. Посадки картофеля в зависимости от степени засоренности опрыскивают один или два раза (опрыскиватель прицепной штанговый ОПШ-15-01, опрыскиватель-подкормщик ОП-3200). Особое внимание следует обращать на качество распыления рабочей жидкости форсунками, ибо от него зависит полнота уничтожения сорняков. При однократной обработке зенкор используется в предвсходовый период, т.е. когда сорняки дают массовые всходы и ботва картофеля частично пробивается наружу. Норма расхода зенкора на легких почвах составляет 1,0-1,1 кг/га; средних – 1,01-1,2; тяжелых – 1,4-1,5 кг/га. При сильной засоренности посадок картофеля

обработку рекомендуется проводить в два приема: на первую обработку готовят рабочий раствор из расчета 500 л воды и 0,75 кг/га зенкора, на вторую – 0,5 кг/га зенкора на 300-400 л воды. Расход воды зависит от влажности почвы, погодных условий и колеблется в пределах 300-600 л. Чем больше в почве органики, тем выше норма расхода зенкора, и наоборот. Вторично зенкор применяется в случае необходимости, но не позже достижения всходами картофеля высоты 10 см.

За 12-15 дней до уборки проводится удаление ботвы с поля, т.е. клубни выдерживают в почве 10 дней и более. Этот прием способствует получению зрелого, здорового картофеля с окрепшей кожурой, что снижает механические повреждения клубней при уборке комбайном, повышает их сохранность.

#### **4.3.1. Расчет технологических параметров процесса посадки**

Зная расстояние между клубнями в рядке, ширину между рядья и принимая в каждом гнезде по одному клубню, можно определить, какое количество клубней будет на 1 га по формуле, клубней

$$n_k = \frac{10000}{tШ}, \quad (4.17)$$

где 10000 – число м<sup>2</sup> в 1 га;

$t$  – расстояние между клубнями в рядке, м;

$Ш$  – ширина между рядья, м.

Если задается количество клубней, которое должно быть высажено на 1 га, то можно определить требуемое расстояние между клубнями в рядке

$$t = \frac{10000}{n_k Ш}. \quad (4.18)$$

В таблице 4.6 по расстоянию между клубнями в рядке устанавливают число зубьев сменной звездочки и передачу в зависимости от применяемой марки трактора. Чтобы получить высокий урожай картофеля, ко времени уборки на супесчаных почвах на 1 га должно быть 40-45 тыс. кустов картофеля, на суглинистых – 50-55, а на семенных участках – 55-60 тыс. За период вегетации около 10% посаженных кустов выпадает, при посадке это следует учитывать.

Таблица 4.6

Значения числа зубьев сменной звездочки  
для сажалок СН-4Б, КСН-90 и СКМ-6

Марка трактора	Скорость движения без учета буксования, км/ч	Число зубьев сменной звездочки при расстоянии между клубнями в рядке, см					
		35-40	30-35	27-30	25-27	22-25	18-22
МТЗ-80/82	6,85	18	20	22	-	-	-
МТЗ-80/82	5,6	16	17	18	20	22	-
МТЗ-80/82	4,82	14	16	17	18	20	22
МТЗ-80/82	6,32	17	18	20	22	-	-
МТЗ-80/82	4,81	14	16	17	18	20	22
МТЗ-80/82	6,22	17	18	20	22	-	-
МТЗ-80/82	5,43	16	17	18	20	22	-
МТЗ-80/82	6,28	17	18	20	22	-	-
ДТ-75М	5,08	14	16	17	18	20	22
ДТ-75М	5,66	16	17	18	20	22	-
ДТ-75М	6,3	17	18	20	22	-	-
Т-4А	5,6	14	16	17	18	20	22
Т-4А	6,76	18	20	22	-	-	-

Сажалки с устройством для синхронного привода рабочих органов от вала отбора мощности должны работать со скоростью посадки, соответствующей качественной работе вычерпывающих аппаратов.

В сочетании с 22-зубовой звездочкой контрпривода следует устанавливать одну из трех сменных звездочек редуктора – с 20, 18 и 16 зубьями. При этом скорость движения посадочного агрегата не должна превышать, соответственно, 5,7; 6,3 и 7,1 км/ч. Если допустить более высокую скорость, а также использовать при синхронном приводе сменную 22-зубовую звездочку, предназначенную только для независимого привода, вычерпывающий аппарат будет работать с пропусками и густота посадки снизится.

Посадку картофеля проводят при челночном способе движения агрегата.

Картофелесажалку заправляют на одной стороне загона, если посадочного материала, находящегося в ее бункере,

хватает на два рабочих хода. При недостатке посадочного материала на два рабочих хода заправку проводят с двух сторон загона. Если посадочного материала не хватает на один рабочий ход по длине загона, то его раскладывают дополнительно и в середине загона.

На поворотной полосе в пункте заправки оставляют клубни в затаренном виде на одну заправку, а по длине гона – на две заправки.

Число рабочих ходов, на которое хватит картофеля, находящегося в бункерах сажалки, определяют по формуле

$$n_p = \frac{l_p}{L}, \quad (4.19)$$

где  $L$  – длина загона, м;

$l_p$  – длина рабочего пути, на который хватит картофеля в бункерах сажалки, м.

Длина рабочего пути равна, м

$$l_p = \frac{10000 \cdot B \cdot n_o K}{HB}, \quad (4.20)$$

где  $B$  – емкость бункера, кг (табл. 4.7);

$n_o$  – количество бункеров;

$K$  – коэффициент использования емкости бункера, определяющий величину, остатка клубней в бункере для сохранения равномерности посадки ( $K = 0,90$ );

$H$  – заданная норма посадки, кг/га;

$B$  – ширина захвата сажалки, м (табл. 4.7).

Таблица 4.7

Величина емкостей и ширины захвата картофелесажалок

Марка сажалки	Емкость бункера картофеля, кг	Количество бункеров	Емкость туковой банки (суперфосфата), кг	Количество туковывсеивающих аппаратов	Ширина захвата сажалки, м
СН-4Б СН-4Б-1 СН-4Б-2	180	2	24	2	2,4-2,8
КСН-90	200	2	30	2	3,6
СКМ-6	1200	1	30	6	4,2

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие применяют способы сева зерновых культур? Агротехнические требования.
2. Как определить норму высева семян?
3. В чем заключается подготовка агрегата к посеву зерновых? Как рассчитать длину маркера?
4. В чем состоит особенность сева зерновых культур противозероэрозийными агрегатами?
5. Какие параметры характерны для современных зерновых сеялок?
6. Какова структура и организация работы функциональных комплексов посева зерновых культур?
7. Как правильно организовать механизированную заправку посевных агрегатов для их бесперебойной работы?
8. Какие главные факторы и соответствующие технические и организационные мероприятия определяют высокое качество посева пропашных культур?
9. Соблюдение каких условий обеспечивает точное размещение клубней и глубину их заделки при посадке картофеля?
10. Пользуясь материалами учебника, определите интервал времени между заправками четырех посевных агрегатов из трактора ДТ-75М, трех сеялок СЗП-3,6 и потребное количество автозаправщиков ЗАУ-3 при произвольно заданных значениях нормы высева  $Q_n$  и расстояния доставки семян  $L_e$ .
11. Определите расстояние между рубежными заправками картофелепосадочного агрегата МТЗ-82, сажалка СН-4Б и скорость его движения при среднем весе клубня 50 г и шаге посадки  $t = 0,35$  м.
12. Какие требования предъявляются к основной обработке почвы под картофель?
13. Какие операции включает в себя гребневая технология посадки картофеля? Агротехнические требования.
14. Какие требования предъявляются к картофелепосадочным машинам при гладкой и гребневой технологии посадки картофеля?

## ГЛАВА 5. ОСНОВЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПО УХОДУ ЗА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ КУЛЬТУРАМИ

### 5.1. Особенности технологического процесса ухода за растениями

*Разновидности методов борьбы и агротехнические требования.* Ущерб, причиняемый сельскохозяйственным культурам от вредителей, болезней и сорняков, составляет около 18% стоимости валовой продукции сельского хозяйства. Поэтому защита культурных растений от вредителей, болезней и сорняков является обязательной составной частью комплекса производственных процессов и возделывания.

Из машинных методов наибольшее распространение получил химический, используемый для защиты многих культур.

Широко применяются также механические способы борьбы, которые могут носить как истребительный (вылавливание жуков), так и предупредительный характер (окапывание плантации ловчими канавами).

Химический метод имеет три основные разновидности: 1) опрыскивание (отравляющее вещество применяется в жидком состоянии в виде раствора, эмульсии или суспензии); 2) опыливание (отравляющее вещество – в сухом состоянии в виде порошка); 3) окуривание, или фумигация (отравляющее вещество – в газообразном состоянии).

Кроме того, применяют сочетание опрыскивания и опыливания, так называемое «мокрое» опыливание. Аэрозольный метод представляет собой искусственное образование тумана или дыма. Гербициды – препараты избирательного действия для борьбы с сорной растительностью можно вносить также в гранулированном виде.

Характерная особенность обработки пропашных культур состоит в проведении разнообразных работ в период вегетации растений с целью создания наилучших условий для их роста и развития.

К механизированным работам по уходу за пропашными культурами относятся следующие: разрушение почвенной кор-

ки; рыхление почвы; уничтожение сорняков; прореживание, или букетировка растений в рядках; окучивание; внесение удобрений в период роста, или подкормка растений; орошение; борьба с вредителями и болезнями пропашных культур.

С целью резкого сокращения затрат труда в последние годы коренным образом пересмотрены агротехнические приемы и, соответственно, изменена технология возделывания пропашных культур. Решающее значение для почти полного исключения затрат ручного труда имеет применение гербицидов, уничтожение сорной растительности на самых ранних стадиях развития путем довсходовой и послеvсходовой механической обработки специальными орудиями и машинами.

Общие требования к междурядной обработке пропашных культур сводятся к следующему:

- обработка проводится своевременно, в сжатые, агротехнически обоснованные сроки;

- глубина обработки устанавливается с учетом ее назначения, состояния растений, условий погоды. Например, в ряде случаев, сообразуясь с развитием корневой системы, применяют различные рабочие органы и устанавливают их на разную глубину; в засушливых условиях обработку нужно вести без выворачивания нижних влажных слоев почвы; в условиях избыточного увлажнения, наоборот, рыхление имеет целью облегчить доступ воздуха к корням растений. Средняя глубина обработки не должна отклоняться от установленной больше чем на 15%;

- уничтожение всех сорняков в обработанной части междурядий;

- между растениями в рядах и обработанной частью междурядий оставляют защитную зону, чтобы культурные растения во время обработки не повреждались и не засыпались землей;

- удобрения при подкормке вносятся в почву в соответствии с принятой нормой на определенную глубину, на установленное расстояние от рядков растений или гнезд и с учетом фаз развития; отклонения в высеве удобрений отдельными высевальными аппаратами не должны превышать  $\pm 8\%$ .

Передовые механизаторы при уходе за пропашными культурами придерживаются следующих основных правил.

Во-первых, все работы они выполняют своевременно, с учетом фаз развития сорняков и культурных растений. Во-вторых, они правильно пользуются набором рабочих органов и приспособлений, применяя их в различных сочетаниях; они устанавливают их так, чтобы наиболее эффективно уничтожались сорняки, а также чтобы наименее повреждались культурные растения и создавались наилучшие условия для их развития. Сорняки уничтожают на первых стадиях прорастания, пока они еще не окрепли, когда применение средств механической обработки наиболее эффективно.

Поскольку многие сорняки прорастают раньше, чем семена пропашных культур, уход обычно начинают до всходов культурных растений.

Уход за различными культурами имеет свои особенности, которые рассматриваются ниже.

## **5.2. Расчет параметров процесса химической защиты растений от вредителей и сорняков**

Для проведения обработки применяют наземную или авиационную аппаратуру. Последняя эффективна на больших массивах и в местах, недоступных для наземных агрегатов. На небольших участках предпочтительнее использовать более маневренную навесную аппаратуру, а на достаточно больших массивах – прицепные устройства, которые благодаря большей емкости баков сокращают простои под заправкой. После проверки чистоты аппаратуры и исправности всех механизмов производят установку, которая включает в себя установку подачи материала, наладку распределительной системы; у опрыскивателей, кроме того, регулируют давление и качество распыла жидкости.

Расход материала (жидкости, порошка, газа, тумана) на единицу площади  $Q_n$  зависит от подачи аппарата  $q_a$  в кг или л за 1 час, ширины захвата  $B$  в м и скорости движения  $v$  в км/ч и выражается зависимостью, л/га или кг/га

$$Q_n = 10 \cdot \frac{q_a}{Bv}. \quad (5.1)$$

У аппаратов, приводимых от ходовых колес, расход материала на единицу площади не зависит от скорости и выражается другой зависимостью, л/га или кг/га

$$Q_n = 10^4 \frac{q_1 \varepsilon_k}{\pi D B}, \quad (5.2)$$

где  $q_1$  – подача аппарата за один оборот зодового колеса, л или кг;

$\varepsilon_k$  – коэффициент, учитывающий проскальзывание колеса, ( $\approx 0,93 \div 0,96$ );

$D$  – диаметр колеса, м.

Подача у опрыскивателей зависит от давления, которое обычно устанавливается в следующих пределах:

для конных полевых опрыскивателей – 2-6 кг/см<sup>2</sup>;

для тракторных опрыскивателей в полевых условиях – 4-10 кг/см<sup>2</sup>;

для тракторных опрыскивателей в условиях садовых насаждений – 20-30 кг/см<sup>2</sup>.

Нормы расхода жидкости зависят от вида применяемой аппаратуры, концентрации действующего начала в растворителе и величины поверхности растений, подлежащей покрытию.

Часовой расход через распыливающее устройство зависит от его конструктивных параметров, диаметра сопла и давления в системе (рис. 5.1). Если на

распределительной штанге установлено  $n$  наконечников, расходующих каждый  $q_n$  л/ч, то после подстановки этих значений вместо  $q_a$  в формулу (5.1) получим, л/га

$$Q_n = 10 \frac{q_n n}{Bv}. \quad (5.3)$$

При затруднениях в регулировке опрыскивателя следует отрегулировать его вначале при подаче чистой воды.

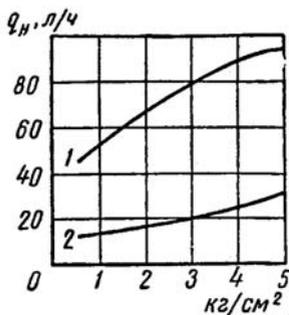


Рис. 5.1. Расход жидкости  $q_n$  в зависимости от давления при диаметре отверстия распылителя:

1-1,5 мм; 2-1,25 мм

При заданной емкости цистерны  $Q_{ц}$  в литрах, в которой производится растворение, количество порошка, которое должно быть растворено, определяется зависимостью, кг

$$q_n = \frac{Q_{ц}}{Q_n} \cdot \frac{q_d}{p_d}, \quad (5.4)$$

где  $q_d$  – дозировка порошка по действующему началу, кг/га;

$p_d$  – содержание действующего начала (в долях).

При опрыскивании наземной аппаратурой полевых культур высота распределительной штанги и количество наконечников-распылителей на ней устанавливаются с расчетом наиболее полного и равномерного покрытия растений или поверхности почвы при экономном расходе материала.

**Работа агрегата.** Тракторные опрыскиватели расходуют за день до 16000 л жидкости, а авиационные – до 25000 л. Поэтому для повышения производительности большое значение имеет правильная организация приготовления рабочей жидкости и заправка агрегатов.

Заправка может быть организована тремя способами. При сравнительно небольших площадях многолетних насаждений заправочный пункт является одновременно местом приготовления рабочей жидкости. Агрегаты подъезжают к нему по мере опорожнения резервуаров. Этот способ применяется и при авиаобработке, когда в хозяйстве оборудуется посадочно-взлетная площадка со складами – заправочными пунктами. При обработке больших массивов полевых культур целесообразно длительно не прерывать работу широкозахватных агрегатов. В этом случае организуют передвижные заправочные пункты, которые обслуживают работающие агрегаты. На больших массивах садов и виноградников целесообразно организовать централизованную подготовку препаратов. В этом случае доставка рабочей жидкости производится специально выделенными заправочными средствами.

При обработке, как правило, применяют челночный способ движения. При опылинии, особенно методом «бокового» дутья, необходимо правильно установить перекрытие захвата, чтобы обеспечить требуемую равномерность покрытия. При авиаобработке это достигается системой наземной сигнализации.

Скорость движения агрегатов должна быть постоянной, чтобы обеспечить требуемую норму внесения препарата  $Q_n$ , кг или л/га, при заданной подаче  $Q_n$ , кг или л/ч:

$$V = 10 \frac{Q_n}{BQ_n}, \text{ км/ч.} \quad (5.5)$$

Остановки с работающим подающим механизмом недопустимы.

### 5.3. Расчет параметров процесса механической защиты сельскохозяйственных культур от сорняков

Система ухода за пропашными культурами имеет свои особенности, в связи с чем к средствам механизации предъявляются разнообразные требования.

Колея ходовой части пропашного трактора или самоходного шасси должна соответствовать ширине междурядья, а его полевой (дорожный) просвет – обеспечивать проход над растениями без их повреждения. При прохождении агрегата над растениями стебли их могут пригибаться, не повреждаясь. Допустимая степень пригибания зависит от вида и состояния растений и характеризуется коэффициентом стойкости  $k_{CT}$ , представляющим отношение высоты пригибания к высоте растений  $h_0$ .

$$k_{CT} = \frac{h_0 - \Pi}{h_0}, \quad (5.6)$$

где  $\Pi$  – полевой просвет трактора.

Величина  $k_{CT}$  примерно составляет для кукурузы – 0,35, подсолнечника – 0,22, хлопчатника – 0,30, картофеля – 0,25, сахарной свеклы – 0,28 и табака – 0,10.

Коэффициент стойкости привядших растений (дневные часы) возрастает на 15-20%, а насыщенных влагой (в утренние часы) – снижается на такую же величину.

Для низкорослых культур (сахарная свекла, овощные) просвет должен составлять не менее 30 см; для средних по росту культур (картофель, неполивной хлопчатник) – до 45 см; для высокорослых культур (кукуруза, подсолнечник, поливной хлопчатник, клещевина) – до 70 см.

Колеса и гусеницы пропашных тракторов должны быть достаточно узкими, чтобы проходить по междурядьям, не повреждая растений. При сомкнутых междурядьях ходовую часть пропашных тракторов оборудуют специальными ботвоотводителями или обтекателями. Ходовая часть должна создавать незначительное удельное давление (не свыше  $0,4 \text{ кг/см}^2$ ), чем предотвращается образование глубокой колеи и повреждение корневой системы культурных растений.

На междурядной обработке, кроме пропашных тракторов и шасси классов 0,6, 1,4 и 2,0 т, могут быть частично использованы и тракторы общего назначения.

Ширину захвата пропашного культиватора принимают равной или кратной ширине захвата соответствующих посевных или посадочных машин. Культиватор должен вписываться в междурядья пропашных культур и проходить над растениями, не повреждая их.

На уходе за пропашными культурами применяют 4-, 6-, 8-, 12- или 18-рядные культиваторы навесного или прицепного типов в зависимости от вида культуры, способа обработки, допустимой скорости движения, размеров и рельефа полей.

У пропашного агрегата устанавливают: 1) колею ходового устройства трактора и культиватора (прицепного) по ширине междурядий; 2) рабочие органы по ширине междурядий; 3) лапы по глубине и углу вхождения в почву. Установка производится на ровной, очищенной, твердой (лучше бетонной) площадке. Перед этим на культиваторе по указанию агронома монтируют набор лап соответственно принятой технологии обработки.

Для правильной установки колес и рабочих органов по ширине междурядий пользуются установочными досками. Проходимость пропашного трактора в междурядьях (рис. 5.2) зависит от соотношения величин: ширины колеи  $K$ , ширины обода или гусеницы  $b_0$ , ширины междурядий  $Ш$ , ширины защитной зоны  $z$ , числа рядков пропашных культур  $n$ , проходящих под трактором, и определяется зависимостями

$$K = (n + 1) \cdot Ш - a - 2z_n; \quad (5.7)$$

$$K = (n - 1) \cdot Ш + a + 2z_e. \quad (5.8)$$

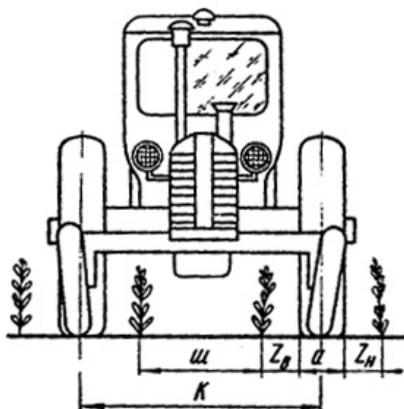


Рис. 5.2. Схема к расчету ширины колеи колесного универсального трактора:

$K$  – колея трактора,  $Ш$  – ширина междуурядья,  
 $Z_в$  – внутренняя защитная зона,  $a$  – ширина обода колеса,  
 $Z_н$  – наружная защитная зона

Наилучшая проходимость достигается в том случае, когда с обеих сторон обода будут одинаковые защитные зоны. В этом случае получим

$$K = mn. \quad (5.9)$$

На эту величину и устанавливают раздвижную колею пропашных тракторов.

### 5.3.1. Расчет эксплуатационных параметров фрезерного культиватора

В течение десятилетий одной из основных проблем с.-х. производства является проблема снижения энергозатрат при обработке почвы. Однако не менее важной в этом вопросе является задача обеспечить высококачественную обработку, позволяющую создать лучшие условия для жизни и роста растений и получить высокие урожаи с.-х. культур. В связи с этим улучшение процессов возделывания с.-х. культур и, в частности, улучшение приемов обработки почвы остаются на сегодня насущными проблемами земледелия. Одним из путей

решения этих важных задач в настоящее время является применение на обработке почвы ротационных рабочих органов. Указанные орудия имеют преимущество перед машинами с пассивными рабочими органами – они могут обеспечить заданную степень крошения пласта путем изменения скоростных режимов и параметров. Кроме того, внедрение таких машин диктуется направлением современного тракторостроения – выпускать легкие энергонасыщенные тракторы. Рационально использовать мощность таких тракторов можно только путем расхода ее через вал отбора мощности, а не на крюке, что позволяют сделать ротационные машины.

Несмотря на значительные преимущества ротационных орудий последние не заняли еще надлежащего места в системе машин по обработке почв. Это объясняется такими причинами:

а) специалисты-агрономы боятся чрезмерного рыхления почвы, что необоснованно;

б) сравнительно высокая энергоемкость процесса по сравнению с обработкой пассивными рабочими органами;

в) недостаточной изученностью как агротехнических, так и технико-экономических показателей работы этих машин.

Вместе с тем взаимодействие рабочих органов такого типа и процесс разрушения почвы, в отличие от пассивных рабочих органов, имеют специфические особенности: большие скорости резания, переменное сечение пласта, меняющееся за время одного подрезания стружки, угол резания, сложное движение по циклоиде и т.п.

Одной из важнейших технологических характеристик работы ротационных машин является кинематический параметр, показывающий соотношение поступательной и окружной скоростей рабочих органов фрез и определяемый по формуле

$$\lambda = \frac{V_0}{V_{\Pi}}, \quad (5.10)$$

где  $V_0$  – окружная скорость рабочих органов фрезы, м/с;

$V_{\Pi}$  – поступательная скорость рабочих органов фрезы, м/с.

При движении фрезерной машины с поступательной скоростью рабочие органы отрезают элементы пласта (почвенную стружку) переменного сечения. Толщина стружки

определяет степень измельчения  $K_p$ , распыления  $P$  почвы и выражается следующей формулой:

$$tm = \frac{2\pi\sqrt{2r \cdot a - a^2}}{\lambda \cdot Z_c}, \quad (5.11)$$

где  $r$  – радиус фрезерного барабана, см;

$a$  – глубина обработки почвы, см;

$Z_c$  – количество ножей на одной стороне диска.

Степень дробления почвы также характеризуется дисперсностью – величиной, обратной линейному размеру частиц:

$$d = \frac{l}{t_{cp}}, \quad (5.12)$$

где  $d$  – дисперсность, 1/см;

$t_{cp}$  – средний размер толщины почвенной стружки после дробления, см.

Очевидно, что между степенью распыления почвы и толщиной стружки существует определенная связь. Действительно, чем меньше толщина почвенной стружки, тем больше раздробленность грунта. В то же время, если

$P = \frac{Q_0}{Q_{II}} \cdot 100\%$ , то чем больше  $Q_0$ , т.е. чем больше количество

частиц размером менее 0,25 мм или, что то же самое, чем меньше средний размер частиц во всей пробе веса  $Q_{II}$ , тем выше степень распыления.

Принимая это суждение обоснованным, можно считать, что степень распыления, пропорциональная дисперсности, равна

$$P = M \cdot d,$$

где  $M$  – коэффициент пропорциональности, %/см.

Согласно аналитическим зависимостям ( $t$ ,  $d$ ) проследим за характером изменения дисперсности почвы при теоретически оптимальных параметрах почвенной стружки с точки зрения агротехники.

На основании анализа закономерности дисперсности, теоретическая закономерность изменения степени распыления почвы в зависимости от толщины стружки должна иметь

характер, аналогичный зависимости  $d = f\left(\frac{l}{t_{cp}}\right)$ , и может быть

описана выражением вида

$$P = a \cdot \lambda^2 + b \cdot \lambda + C. \quad (5.13)$$

Решая уравнение (5.13) относительно  $\lambda$  и подставляя его значение в формулу (5.10), получим значение поступательной скорости фрезерного агрегата на окучивании посадок картофеля:

$$V_{II} = \frac{\pi \cdot D_{\phi} \cdot n \cdot a}{30 \cdot I_B \cdot I_T \left( \pm \sqrt{e^2 - 4a(C - \Pi) - e} \right)}, \quad (5.14)$$

где  $I_B$  – передаточное отношение от коленчатого вала двигателя к валу отбора мощности трактора;

$a, e, c$  – коэффициенты пропорциональности;

$I_T$  – передаточное отношение от ВОМ трактора к валу секции фрезерного барабана;

$n$  – число оборотов двигателя, об/мин.;

$D_{\phi}$  – диаметр фрезерного барабана, м;

$P$  – допустимая степень распыления почвы.

Производительность подвижных сельскохозяйственных агрегатов является функцией их скорости движения, которая определяется по формуле

$$W = 0,36B \cdot V_{II} \cdot T \cdot \tau, \quad (5.15)$$

где  $B$  – ширина захвата агрегата, м;

$V_{II}$  – поступательная скорость машин, м/сек;

$T$  – количество часов работы в смену;

$\tau$  – коэффициент использования времени смены.

Если подставить в формулу 5.15 значение поступательной скорости, то получим производительность фрезерного агрегата:

$$W = \frac{D_{\phi} \cdot n \cdot a \cdot e \cdot T \cdot \tau}{I_B \cdot I_T \left( \pm \sqrt{e^2 - 4a(C - P) - e} \right)} \cdot 0,0377. \quad (5.16)$$

Полученное выше уравнение поступательной скорости фрезерного культиватора позволяет обосновать производительность агрегата на междурядной обработке посадок картофеля с учетом допустимой степени распыления почвы.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите методы борьбы с сорняками.
2. Как определяется коэффициент стойкости растения?
3. Какие основные агротехнические требования предъявляются к уходу за сельскохозяйственными культурами?
4. Каковы особенности ухода за посевами подсолнечника, кукурузы, сахарной свеклы?
5. Как определить ширину колеи трактора?
6. При каких условиях обеспечивается высокая эффективность механизированного применения гербицидов?
7. Каковы задачи междурядной обработки посадок картофеля?
8. Какие машины применяются при междурядной обработке посадок картофеля? Агротехнические требования.
9. Как правильно установить колею пропашного трактора при междурядной обработке посадок картофеля?
10. Какие операции выполняются при голландской технологии возделывания картофеля?

## ГЛАВА 6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ УБОРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

### 6.1. Уборка зерновых культур

Уборка является завершающим этапом длительной и напряженной работы по выращиванию урожая. Это подведение итога работ, поэтому операция уборки – наиболее ответственная среди других производственных процессов и операций.

Технология уборки развивалась в направлении совмещения среза, обмолота и сепарирования хлебной массы, что нашло выражение в применении прямого комбайнирования. Однако прямое комбайнирование возможно с наименьшими потерями, если все зерна на поле находятся в стадии полной спелости и не осыпаются. В действительности же созревание отдельных зерен в одном колосе не происходит одновременно, что объясняется местными условиями (различной влажностью и составом почвы, затенением, микроклиматическими условиями). Поэтому в хозяйствах края получила широкое распространение раздельная уборка, при которой используется способность зерна дозревать, если оно не отделяется от срезанного стебля.

Основные агротребования к уборке зерновых – минимальные потери: за жаткой при скашивании прямостоящих хлебов – не более 0,5%, а на пониклых или полеглых хлебах и при других неблагоприятных условиях – не более 1,5%; за молотилкой комбайна (от недомола и невытряса) – не более 1,5%, а при неблагоприятных условиях – не более 3%; дробление семенного зерна – не более 1%, а продовольственного и фуражного – не более 2%; засоренность зерна в бункере при прямой уборке хлебов с влажностью 18% – не более 5%, а при подборе валков – не более 4%.

Причинами увеличения потерь в ходе уборки могут быть неправильный выбор способа уборки, затягивание ее сроков вследствие недостатка уборочной техники или неудовлетворительной ее подготовки к работе и использования, неправильные регулировки рабочих органов и других сборочных единиц жаток и комбайнов.

В зависимости от сложившихся погодных условий момент начала уборки определяется состоянием хлебной массы, степенью ее созревания, влажностью зерна и способом уборки. Прямое комбайнирование следует начинать, когда 95% зерна достигает полной спелости. Раздельную уборку надо начинать, когда заканчивается накопление сухого вещества в зерне, т.е. в фазе восковой спелости. Продолжительность фазы восковой спелости колеблется в пределах 5-12 дней и зависит от зональных и погодных условий, а также от биологических особенностей культуры. Признаками восковой спелости считаются побурение или пожелтение колоса, потеря зерном упругости, трудность выделения массы зерна из оболочки (масса скатывания как воск).

**Продолжительность проведения уборочных работ** устанавливается по минимуму суммарных потерь, зависит от складывающихся погодных условий, особенностей убираемой культуры, наличия уборочной техники и эффективности ее использования. Не оправдано сокращение сроков уборки за счет привлечения большого числа техники, если снижение потерь по стоимости оказывается меньше дополнительных затрат, связанных с увеличением техники.

Но и увеличение срока уборки более чем на 4-6 дней для культуры и конкретного хлебного массива вызывает резкое увеличение потерь.

Тщательный контроль состояния и созревания хлебов, групповое использование техники в две-три смены позволяют избежать увеличенных потерь по причине запаздывания с началом и завершением уборки.

Правильный выбор способа уборки позволяет снизить потери, уменьшить потребность в технике и напряженность периода уборки, повысить качество зерна, ускорить проведение последующих технологических операций

По рекомендации Казахского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства раздельной уборке подлежат хлеба, отвечающие следующему условию: общая длина стеблей  $C$ , срезанных с  $1\text{ м}^2$ , должна быть более 80 м.

$$C = (L - l)n \geq 80, \quad (6.1)$$

где  $L$  – средняя высота растений хлеба на  $1 \text{ м}^2$ , см;

$l$  – средняя высота стерни, см;

$n$  – среднее количество растений хлеба на  $1 \text{ м}^2$ .

Раздельная уборка позволяет начинать косовицу на 5-12 дней раньше полной спелости зерна, снижает потери от осыпания, увеличивает сбор зерна на 8-15%. При этом производительность жатвенных агрегатов на косовице в валок повышается в 2-2,5 раза, а на подборе – в 1,2-1,3 раза по сравнению с прямым комбайнированием при равной ширине захвата, т.е. в среднем на один агрегат она выше в 1,6-1,9 раза. До 80-90% кондиционированного зерна поступает из бункера на зернопункт, что сокращает трудоемкость послеуборочной его обработки; создаются благоприятные возможности немедленной уборки незерновой части урожая (так как солома сухая).

Прямое комбайнирование также имеет свои преимущества при определенных условиях. Прямым комбайнированием убирают редкие, чистые низкорослые хлеба; достигшие состояния полной спелости ввиду жаркой погоды или суховеев; уборка таких массивов раздельным способом недопустима по причине огромных потерь. Поэтому должно быть сочетание этих двух способов уборки, а примерное соотношение по площадям между ними устанавливается следующим образом.

Примем производительность агрегатов при раздельной уборке  $W_p$  при прямом комбайнировании  $W_n$ , количество дней уборки, соответственно,  $D_p$  и  $D_n$ , количество агрегатов –  $n_p$  и  $n_n$ , убираемых площадей  $F_p$  и  $F_n$ , соотношение площадей –  $K = F_p/F_n$ , общую площадь  $F_0$ . Параметры  $F_p$ ,  $F_n$  и  $K$  неизвестны, а по многим теоретическим исследованиям и экспериментальным данным установлено, что общее потребное число уборочных агрегатов  $n = n_p + n_n$  стремится к минимуму при  $n_p = n_n$ . При таком допущении

$$n_p = n_n = \frac{F_p}{W_p D_p} = \frac{F_n}{W_n D_n} \quad (6.2)$$

или

$$\frac{F_p}{F_n} = \frac{W_p D_p}{W_n D_n} = K. \quad (6.3)$$

Из условия  $F_p = F_0 - F_n$ , подставляя в (6.3) и преобразуя, получим

$$F_n = \frac{F_0}{K + 1}. \quad (6.4)$$

**Пример.** В хозяйстве 15000 га зерновых культур. Для условий зоны и по опыту прошлых лет  $W_p = 30$  га/см,  $W_n = 15$  га/см,  $D_p = 10$  дней, а  $D_n = 5$  дней. Определить площади, убираемые раздельным способом и прямым комбайнированием.

$$K = \frac{W_p D_p}{W_n D_n} = \frac{30 \cdot 10}{15 \cdot 5} = 4,$$

тогда  $F_n = \frac{F_0}{1 + K} = \frac{15000}{1 + 4} = 3000$  га;  $F_p = 12000$  га.

Это оптимальное соотношение площадей для раздельной уборки и прямого комбайнирования. Назначить способ уборки на конкретном поле (с учетом полученного оптимального соотношения) следует по минимуму суммарных потерь. При этом следует учитывать главные факторы, влияющие на эти потери: среднюю высоту хлебостоя и его разноярусность, густоту стеблестоя (вместе с сорняками) на  $1 \text{ м}^2$ , засоренность поля, влажность и степень спелости зерна, а также погодные условия.

Ровные хлеба средней высотой не ниже 50-60 см, густотой не менее 250-280 стеблей на  $1 \text{ м}^2$ , не достигшие конца восковой спелости, а также сильно засоренные, следует убирать только раздельно. Однако если по погодным условиям срок пребывания хлебной массы в валке может превысить 4-5 дней (при прогнозе затяжных дождей), то хлеб не следует убирать раздельно.

Хлебные массивы, имеющие большую разноярусность или достигшие к моменту уборки конца восковой спелости, убирают прямым комбайнированием.

Если разноярусные хлеба скосить отдельно, то при подбore большое количество коротких стеблей (с колосом) выпадает из валка. Существует критическая длина стеблей  $H_{кр}$ , выпадающих из валка. Зная  $H_{кр}$ , среднюю высоту растений и стерни, а также их изменчивость (среднеквадратические отклонения высоты), можно найти вероятность нахождения в валке стеблей размером меньше  $H_{кр}$ . Уровень фактически получаемых потерь близок к этой расчетной вероятности (выраженной в процентах).

**Требования к качеству сформированного валка.** В период нахождения хлебной массы в валке происходит созревание зерна, просыхание стеблей культурных растений и сорняков. Для благоприятного протекания этих явлений необходимо обеспечить достаточную высоту «подвеса» валка на стерне с просветом между почвой и нижней кромкой валка не менее 4-6 см, что создает условия хорошей его «обдуваемости»; определенную толщину валка: чем валок толще, тем труднее просыхает и дозревает хлебная масса, поэтому для южных районов толщина принимается до 25 см, для остальных – 10-18 см. Кроме того, для производительной и высококачественной работы комбайнов необходимо, чтобы ширина валка была не более 2/3 захвата подборщика, сам валок – связный и равномерный по массе, с верхним расположением колосьев и углом укладки стеблей к направлению движения 10-15°, чтобы валок поступал на обмолот колосьями вперед и наименьшая его масса на длине 1 м составляла 1,5-2 кг.

Высота среза для отдельной уборки устанавливается с учетом стабильного удержания валка на стерне в течение 4-5 дней и колеблется от 15 до 25 см в зависимости от густоты растений и длины стеблей.

На прямом комбайнировании высота среза изменяется в более широких пределах: для низкорослых – 10-13 см, для высокорослых хлебов – до 35 см.

Создание короткостебельных неполегающих зерновых культур позволит значительно поднять производительность агрегатов и сократить потери.

По каждому полю определяются сроки кошения, устанавливаются направление кошения и высота среза.

Общий темп  $T$  кошения в валки находят по формуле, га/см

$$T = \frac{F_p}{D_p}, \quad (6.5)$$

где  $F_p$  – общая площадь, подлежащая отдельной уборке, га;

$D_p$  – плановый срок кошения хлеба в валки, нормосмен.

По темпу кошения  $T$  устанавливаются типы и нужное количество жатвенных агрегатов с учетом образования валка определенной мощности, ориентируемого на пропускную способность молотильного барабана комбайна.

Для полной загрузки комбайнов необходимо правильно сочетать мощность молотилки комбайна (табл. 6.1, 6.2), т.е.

$$V = \frac{\beta}{B_p \lambda}, \text{ м/с или } V = \frac{3,6\beta}{m}, \text{ км/ч,}$$

где  $V$  – скорость движения комбайна с подборщиком, м/с;

$\beta$  – максимальная пропускная способность молотильного барабана комбайна, кг/с;

$B_p$  – ширина захвата агрегата на кошении в валки, м;

$\lambda$  – у хлебной массы, кг/м<sup>2</sup>;

$m$  – вес валка, определяется по формуле, кг/м

$$m = \lambda B_p = \frac{H(1 + \delta)B_p}{100}, \quad (6.7)$$

где  $H$  – урожайность, ц/га;

$\delta$  – соотношение зерна и соломы.

Таблица 6.1

Пример расчета ширины захвата жаток,  $B_p$

Показатели	При урожайности $H$ , ц/га		
	10	20	30
Соотношение зерна и соломы	1,0	1,2	1,4
Хлебная масса $H(1 + \delta)$ , ц/га	20,0	44,0	72,0
Хлебная масса $\lambda = \frac{100H(1 + \delta)}{10^4}$ , кг/м <sup>2</sup>	0,2	0,44	0,72
Вес валка $m = f\beta, V_p$ , кг/м	2,0	2,0	2,0
$B_{p-жатки} = \frac{m}{\lambda}$	$\frac{2,0}{0,2} = 10 \text{ м}$	$\frac{2,0}{0,44} \approx 4,6 \text{ м}$	$\frac{2,0}{0,72} \approx 3,0 \text{ м}$

Таблица 6.2

Примерная мощность (вес) валков  
в зависимости от урожайности (Н), соотношения зерна и соломы  
и ширины захвата агрегатов

Биологическая урожайность, ц/га				Средний вес валка, кг/м					
при соотношении зерна и соломы				при ширине захвата жаток, м					
1:0,9	1:1	1:1,25	1:1,50	4,5	4,8	6,0	9,0	10,0	15,0
			6	0,68	0,72	0,90	1,35	1,50	2,25
		8		0,81	0,86	1,08	1,62	1,80	2,70
	10			0,90	0,96	1,20	1,80	2,0	3,0
	12			1,08	1,13	1,44	2,16	2,40	3,60
15				1,30	1,39	1,74	2,61	2,90	4,35
18				1,53	1,63	2,04	3,04	3,40	5,10
20				1,71	1,82	2,28	3,42	3,80	5,70
25				2,16	2,50	2,88	4,32	4,80	7,20
30				2,57	2,74	3,42	5,13	5,70	8,55

Ширина захвата жатки (в метрах) при кошении хлебов должна обеспечить создание валка необходимой мощности (веса), т.е.

$$B_{p. \text{ жатки}} = \frac{m}{\lambda}. \quad (6.8)$$

Регулируя ширину валка, следует также учитывать, чтобы она не затрудняла работу комбайна с подборщиком.

Принимая по агротехническим требованиям необходимый срок (в сутках) дозревания и сушки зерна в валках, можно по интенсивности сушки (табл. 6.3) определить вес валка.

Интенсивность сушки в процентах за сутки составляет

$$\Delta W = \frac{W_1 - W_2}{n_c},$$

где  $W_1$  – влажность зерна в валке при скашивании, %;

$W_2$  – влажность зерна в валке при подбории, %;

$n_c$  – число суток между скашиванием и подборием валков.

Таблица 6.3

Средние значения интенсивности сушки зерна  $\Delta W$  (%) за сутки в зависимости от веса валка  $q_6$  (кг/м)

Зоны	Значения $\Delta W$ при $q_6$ , равном			
	1,5	2,5	3,5	4,5
Южная степь	4,8	4,0	3,4	2,9
Лесостепь	3,1	2,6	2,3	2,1
Северные и восточные районы	2,2	1,9	1,7	1,5

**Пример.** Определить вес валка хлебной массы по интенсивности сушки зерна  $\Delta W$  в лесостепной зоне при  $W_1 = 35\%$ ,  $W_2 = 20\%$ ,  $n_c = 5$  суток.

$$\Delta W = \frac{W_1 - W_2}{n_c} = \frac{35 - 20}{5} = 3\%.$$

По расчетной интенсивности дозревания и сушки зерна в таблице 6.3 находим необходимый вес валка, который равен 1,5 кг/м.

**Контроль качества уборочных работ.** Контроль качества уборочных работ должен вестись с самого начала на протяжении всего периода уборки.

При скашивании хлеба определяют высоту среза, потери зерна. В десяти местах по диагонали поля накладывают рамки площадью 1 м<sup>2</sup>, в пределах которых замеряют высоту стерни, собирают потери зерна в срезанных и несрезанных колосьях, а также свободном зерне.

После раздельного обмолота и взвешивания зерна определяют потери. Численное значение веса зерна с десяти контрольных площадок общей площадью 10 м<sup>2</sup>, выраженное в граммах, соответствует величине потерь в килограммах с гектара.

Потери зерна за молотилкой комбайна определяют путем повторного перемолота 2-3 копен соломы и одной копны половы и взвешивания полученного зерна. Перед обмолотом все механизмы комбайна должны быть полностью очищены. Потери определяют по формуле, кг/га

$$П = 10^4 \frac{G_3}{F}, \quad (6.9)$$

где  $G_3$  – вес собранного зерна, кг;

$F$  – площадь,  $m^2$ , с которой были собраны обмолоченные копны.

Чистоту и количество дробленого зерна определяют в навеске 100 г, взятой от средней пробы из бункера с трехкратной повторностью.

Приемка убранных площадей производится ежедневно путем их замера. Если агрегат не закончил уборку поля, площадь убранной вкруговую части определяются по формуле, га:

$$F_y = \frac{2(L + C - 2C_y)C_y}{10^4}, \quad (6.10)$$

где  $L$  – длина гона, м;

$C$  – ширина поля, м;

$C_y$  – ширина убранной полосы, м, равная числу сделанных агрегатом кругов  $n_{кр}$ , умноженному на среднюю ширину захвата  $B$ , м.

### ***6.1.1. Условие поточности уборочного процесса***

Сущность поточного метода уборки зерновых и других сельскохозяйственных культур заключается в том, что уборка ведется последовательно, потоком, когда одна технологическая операция непрерывно сменяет другую.

При поточном методе уборки полный технологический процесс совершается в течение одних суток.

Поточный технологический процесс уборки зерновых культур почти во всех районах нашей страны состоит из следующих операций:

- 1) уборка хлебов раздельным или прямым комбайнированием с одновременным копнением соломы и выгрузкой зерна на ходу в транспортное средство;
- 2) очистка и сушка зерна на механизированном току с доведением его до посевных и продовольственных кондиций;

- 3) транспортировка очищенного зерна на государственные элеваторы или в зернохранилища агропредприятий;
- 4) свозка копен соломы и половы к месту скирдования;
- 5) скирдование соломы и половы для хранения;
- 6) лушение стерни и вспашка зяби тракторным агрегатом с дисковым лушильником или плугами.

Выполнение законченного технологического процесса уборки в течение суток позволяет без задержки вести уборочные работы, сортировать и сдавать зерно, отвозить и скирдовать солому и полове.

Для создания непрерывности сложного технологического процесса надо, во-первых, взаимно увязать производительность отдельных звеньев применяемого комплекса машин, во-вторых, организовать непрерывную транспортировку обрабатываемого материала.

При поточном производстве все процессы выполняются с помощью различных типов машин, причем могут применяться несколько (группа) однотипных машин. Число однотипных машин в группе зависит от отношения производительности машин различных типов. Суммарная суточная производительность каждой однотипной группы или, иначе, каждого звена потока может быть выражена в единицах площади, га

$$\sum W_c = nW_q T \quad (6.11)$$

и в весовых единицах:

для основного продукта, ц

$$\sum W_{Gc} = nW_q UT, \quad (6.12)$$

для дополнительного продукта, ц

$$\sum W_{Gc} = nW_q U \delta_c T, \quad (6.13)$$

где  $n$  – число агрегатов или транспортных единиц;

$W_q$  – часовая производительность одного агрегата или транспортной единицы;

$T$  – суточная продолжительность работы, ч;

$U$  – сбор основного продукта с единицы площади, ц/га;

$\delta_c$  – доля дополнительных продуктов (например, соломы) по отношению к весу основного продукта, принятого за единицу.

Условием непрерывности потока является равенство производительности по всем звеньям комплекса, т.е.

$$\sum W_c = nW_q T = n'W'_q T' = n''W''_q T'' \text{ и т.д.} \quad (6.14)$$

$$\sum W_{Gc} = nW_{Gq} T = n'W'_{Gq} T' = n''W''_{Gq} T'' \text{ и т.д.,} \quad (6.15)$$

где индексы ', '' и т.д. означают отдельные составляющие звенья потока (группы однотипных машин).

Приравнявая производительности, можно варьировать количеством агрегатов или транспортных единиц в звене  $n_i$  и (в некоторых пределах) суточной продолжительностью работы  $T_i$  и часовой производительностью агрегата  $W_{qi}$  путем подбора типоразмера машин.

Из ряда звеньев следует выбрать основное, ведущее, которое определяет так называемый такт производственного процесса (например, при уборке хлеба – зерновые комбайны).

По заданной суммарной суточной производительности ведущего звена определяется потребное число других звеньев:

$$n' = \frac{nW_q T}{W'_q T'}. \quad (6.16)$$

Исходными данными для расчета являются плановые сроки работы, площади, подлежащие обработке, урожайность и соотношение между основным продуктом и отходами, расстояния перевозки материалов, нормы производительности на основных, вспомогательных и транспортных процессах комплекса.

Зависимость между производительностью сельскохозяйственных агрегатов и транспортных средств, работающих в комплексе, устанавливается уравнением, ц:

$$nW_q TU = \frac{n_T T_T Q_n k_T}{\frac{2Le}{v_{mex}} + T_{np}}, \quad (6.17)$$

где величины с индексом «Т» относятся к транспортным средствам;

$L_e$  – среднее расстояние, на которое отвозят груз, км;

$v_{tex}$  – средняя техническая скорость транспортных средств, км/ч;

$Q_n$  – номинальная грузоподъемность транспортных средств, ч;

$k_T$  – коэффициент использования грузоподъемности;

$T_{np}$  – средняя продолжительность простоя под погрузкой и разгрузкой, ч.

Решая уравнение относительно  $n_T$ , находим необходимое число транспортных единиц для работы в едином потоке.

В тех случаях, когда производительность отдельных звеньев потока неодинакова, причем у предыдущих звеньев она выше, чем у последующих, возникает условно-поточная организация производственных процессов технологического комплекса с образованием так называемого задела. При этом

$$W_{ci} \geq W_{ci+1}. \quad (6.18)$$

Разность величин  $W_{ci} - W_{ci+1}$  смежных звеньев потока составляет часовой задел для каждого последующего процесса. Может быть также

$$T_i \leq T_{i+1}, \quad (6.19)$$

но эта разница во времени должна быть технологически оправдана.

Например, при отдельной уборке колосовых культур отставание подбора и обмолота валков от кошения в валки не должно превышать нескольких суток. Совсем недопустим разрыв между уборкой, подвозкой и уплотнением силосной массы, между подкопом и обрезкой ботвы при уборке сахарной свеклы.

При выполнении уборочных работ в тех случаях, когда технологический процесс предусматривает разделение продукта, возникает соответствующее количество параллельных поточных линий, например, при уборке колосовых культур – зерновая поточная линия и линия уборки соломистых продуктов. При поточной организации процесса на каждой поточной линии должны выдерживаться вышеуказанные условия непрерывности потока.

### 6.1.2. Расчет рациональных режимов загрузки зерноуборочных комбайнов

Для лучшего использования зерноуборочных комбайнов необходимо обеспечить их работу подачей хлебной массы, близкой к пропускной способности молотилки.

Пропускной способностью молотилки комбайна называется количество хлебной массы, которое может переработать молотилка за единицу времени при допустимой величине потерь. При влажности хлебной массы 8-16% пропускная способность у комбайна СК-5 «Нива» – 5,5; СКД-5 «Сибиряк» – 6,0. С увеличением влажности хлебной массы до 18-24% пропускная способность уменьшается примерно на 10%. Как при подборе и обмолоте хлебной массы из валков, так и при прямом комбайнировании рабочая скорость движения ограничивается условием

$$Q_n \leq Q_m.$$

Количество хлебной массы (или подача), поступающей в комбайн в единицу времени, выражается зависимостью

$$Q_n = 0,1 B_p \cdot V_p \cdot Q_x = \frac{B_p \cdot V_p \cdot Q_x}{360} = \frac{V_p \cdot g_v}{3,6}, \quad (6.20)$$

где  $B_p$  – рабочая ширина захвата жатки, м;

$V_p$  – рабочая скорость комбайна, км/ч;

$Q_x$  – количество хлебной массы, ц/га.

Количество хлебной массы с единицы площади, как показали исследования, зависит от сорта пшеницы, густоты и высоты хлебостоя, средней массы стебля, влажности массы. Обозначив количество стеблей на 1 м<sup>2</sup> через  $n_{ст}$ , среднюю высоту хлебостоя  $h_x$ , м, среднюю высоту среза  $h_c$ , м, среднюю массу 1 м пог. длины абсолютно сухого стебля вместе с колосом и зерном через  $K_{ст}$ , г, и влажность хлебной массы  $W_M$ , %, тогда количество хлебной массы  $Q_x$  (ц/га) определится по формуле

$$Q_x = 0,1(h_x - h_c) \cdot n_{ст} \cdot K_{ст} \left( 1 + \frac{W_M}{100\%} \right). \quad (6.21)$$

Данные о величине  $K_{ст}$  приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4

Примерные значения величины  $K_{СТ}$  для пшеницы

Число стеблей на 1 м <sup>2</sup>	Значение $K_{СТ}$ , г при средней длине срезанных стеблей, м			
	0,6-0,79	0,8-0,99	1,0-1,19	1,2-1,4
До 200	1,92	1,61	1,46	1,29
200-300	1,42	1,17	1,04	0,97
300-400	1,10	0,99	0,91	0,84
400-500	0,99	0,88	0,82	0,77
500-600	0,91	0,81	0,75	0,72
Свыше 600	0,84	0,77	0,72	-

Количество хлебной массы  $Q_x$  с единицы площади может быть также приближенно определено по урожайности зерна  $U_3$ , ц/га, и соломистости

$$\delta_c = \frac{Q_c}{U_3},$$

где  $Q_c$  – масса соломы, ц/га.

Подача хлебной массы не должна превышать номинальную пропускную способность комбайна  $Q_m$ . Таким образом, скорость движения комбайна ограничивается пропускной способностью молотилки:

$$V_p = \frac{360 \cdot Q_m}{B_p \cdot Q_x} = \frac{360 \cdot Q_m}{B_p \cdot U_3 \cdot (1 + \delta_c)} = 3,6 \frac{Q_m}{g_v}. \quad (6.22)$$

При раздельной уборке получение валка заданной массы достигается при определенной величине  $Q_x$  и подбором жатвенных агрегатов, шириной захвата  $B_p$ .

Уточненная скорость движения комбайна с учетом влажности и засоренность хлебной массы, полеглости хлебостоя определяется по формуле

$$V_p = \frac{360 \cdot Q_m \cdot K_c \cdot K_w \cdot K_s \cdot K_n}{B_p \cdot U_3 \cdot (1 + \delta_c)}, \quad (6.23)$$

где  $K_c$  – коэффициент, учитывающий соломистость хлебной массы,

$$K_c = [0,6(1 + \delta_c)] / \delta_c;$$

где  $K_w$  – коэффициент, учитывающий влажность хлебной массы;

$K_z$  – коэффициент, учитывающий засоренность хлебной массы;

$K_n$  – коэффициент, учитывающий полеглость хлебной массы.

Значения коэффициентов  $K_w$ ,  $K_z$ ,  $K_n$  определены на основе многочисленных исследований (ВИМ, ВИСХОМ, ЧИМЭСХ, СиБИМЭ). Влажность хлебной массы

$$\frac{W_m (\%) }{K_w}: \frac{10-15}{1,0}; \frac{16-20}{0,9}; \frac{21-25}{0,7}; \frac{26-30}{0,45}; \frac{31-35}{0,26}.$$

Засоренность хлебостоя

$$\frac{Z}{K_z}, \%: \text{до } \frac{5}{1,0}, \frac{10-20}{0,9}, \frac{21-30}{0,85}, \frac{31-40}{0,81}, \frac{41-50}{0,77}, \frac{51-60}{0,73}.$$

При уборке полеглых хлебов переоборудованными комбайнами  $K_n$  равно 0,85-0,90. Существенным технологическим элементом уборки является разгрузка бункера комбайна.

Путь  $S_{\delta}$ , м, проходимый комбайном до заполнения бункера емкостью  $V_{\delta}$ , при урожайности зерна  $U_z$ , ц/га и объемной массе  $\gamma$  1 м<sup>3</sup> зерна, кг, определяется в соотношениях

$$\frac{S_{\delta} \cdot B_p \cdot U_z}{10^4} = \frac{V_{\delta} \cdot \gamma}{10^2},$$

откуда

$$S_{\delta} = \frac{V_{\delta} \cdot \gamma}{B_p \cdot U_z} \cdot 10^2, \text{ м.} \quad (6.24)$$

Если разгрузка бункера комбайна в транспортное средство ведется на ходу, то следующие транспортные единицы должны подъезжать для приемки зерна к уборочному агрегату через каждые

$$S_{\delta} = \frac{100 \cdot Q_{HT} \cdot K_{\Gamma}}{B_p \cdot U_z}, \quad (6.25)$$

где  $Q_{HT}$  – грузоподъемность транспортного средства, кг;

$K_T$  – коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства. Разделив  $S_{\delta}$  на среднюю скорость движения  $V_p$ , км/ч, найдем время заполнения бункера или транспортного средства, если оно загружается на ходу:

$$T_{p\delta} = 0,001 \frac{S_{\delta}}{V_p}.$$

Потребность транспортных средств для обслуживания комбайнов равна

$$n_T = \frac{n_k \cdot W_{кч} \cdot U_3 \cdot t_T}{Q_{HT} \cdot K_T}, \quad (6.26)$$

где  $n_k$  – количество комбайнов, работающих в полк;

$W_{кч}$  – часовая производительность комбайна, га/ч;

$t_T$  – составляющие баланса времени оборота транспортного средства.

Для уборки зерновых культур промышленность страны поставляет сельскому хозяйству комбайны СК-5М «Нива», «Енисей-1200», «Дон-1500».

По данным научного прогноза, до 2020 г. комбайновая уборка будет оставаться основным способом сбора зерна. В связи с этим ориентировочное количество комбайнов на 1000 га уборочной площади можно определить по эмпирической зависимости

$$n_k = \frac{1,75 \cdot U_3 \cdot \sqrt{\delta_c}}{Q_M}. \quad (6.27)$$

### 6.1.3. Расчет параметров вспомогательных процессов

**Подготовка поля к уборке.** Не позже чем за 10 дней до начала уборки начинают наблюдение за состоянием полей и созреванием хлебов, с тем чтобы своевременно начать косовицу.

На основе собранных данных составляют план-график уборки, учитывая сроки созревания, склонность к осыпанию, наименьшие расстояния холостых переездов.

Поля площадью менее суточной производительности агрегата убираются без разбивки на загоны.

Большие массивы разбивают на загоны прямоугольной формы. Число поворотов на загоне зависит от соотношения его сторон.

При ширине загона  $C$  и ширине захвата агрегата  $B$  число кругов на загоне будет

$$n_{кр} = \frac{C}{2B}, \quad (6.28)$$

а число поворотов на загоне

$$x_n = 4n_{кр}.$$

Чтобы уменьшить путь уборочных агрегатов, проходимый поперек борозд и сопровождаемый тряской, а также для бесперебойной выгрузки зерна из бункера в транспортные средства, загоны делают удлиненной формы с соотношением сторон от 1:5 до 1:8.

Следует указать, что с увеличением числа загонов, каждый длиной  $L$ , на которое нарезается данное поле, общее число поворотов на поле не уменьшается, а остается постоянным. Длинная сторона  $L$ , как правило, должна совпадать с направлением пахоты, что позволяет вести уборку на более высоких скоростях, уменьшая тряску машин.

Если хлеб по краям поля засорен, делают обкосы на ширину 4-8 м, стремясь при этом выровнять неровности конфигурации поля.

При раздельной уборке ширина загона, т.е. расстояние между смежными прокосами, устанавливается из расчета наименьшей длины холостых ходов. Кроме того, она должна быть кратна удвоенной рабочей ширине захвата.

При прямом комбайнировании для удобства поворотов и исключения огрехов (гривок) на углах загонов, помимо продольных прокосов (шириной 4-8 м), делают самоходным комбайном угловые прокосы шириной 12-16 м (рис. 6.1). Копны соломы, собранные в прокосах, должны укладываться за пределами загона, чтобы не мешать круговому движению работающих комбайнов. Длина угловых прокосов обычно не превышает 400 м, и при достаточном уплотнении солома вмещается в копнитель.

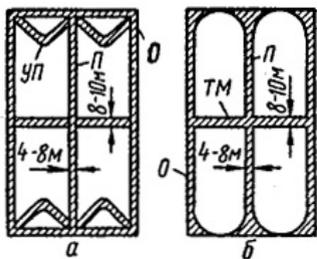


Рис. 6.1. Подготовка поля к уборке комбайнами:  
 а – при угловых прокосах;  
 б – при обкосах по дуге; О – обкосы;  
 П – прокосы; УП – угловые прокосы;  
 ТМ – транспортная (разгрузочная) магистраль

При большой длине гонов, чтобы обеспечить удобную разгрузку зерна из бункеров комбайнов и его вывозку, поперек загона прокашивают разгрузочную (транспортную) магистраль шириной 8-10 м.

На больших массивах при длине гонов более 500 м применяют гоновый способ движения жатвенных агрегатов, лучше с расширением прокосов (рис. 6.2, 6.3). Прокосы выполняют фронтальными жатками, при этом в середине прокоса укладывается уширенный спаренный валок.

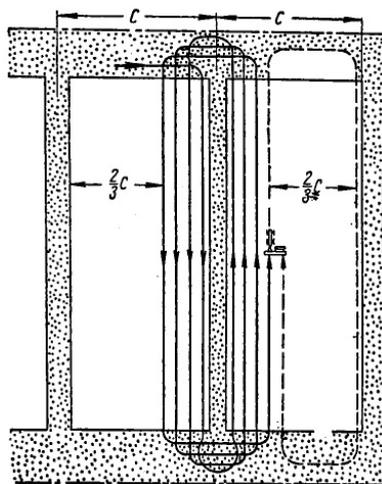


Рис. 6.2. Схема движения жатвенных агрегатов гоновым способом с расширением прокосов

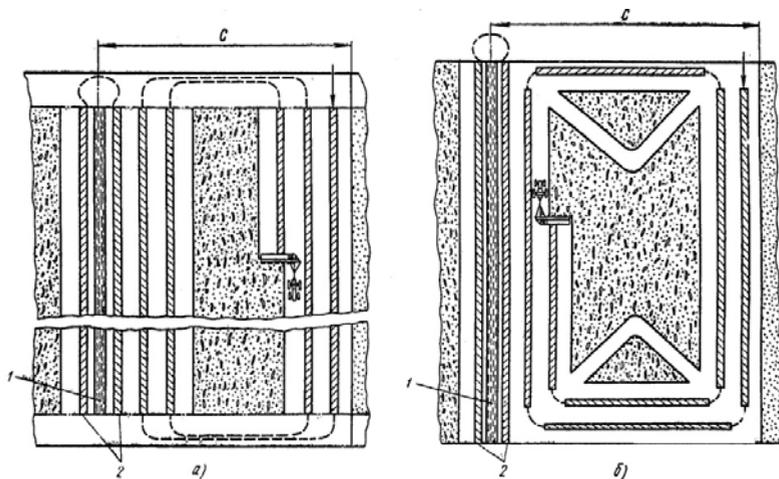


Рис. 6.3. Схема движения жатвенного агрегата:  
 а – загонным способом, б – вкруговую, С – ширина загона;  
 1 – противопожарная распашка; 2 – валки прокоса

Ширину загонов  $C_{opt}$  исходя из минимума холостых ходов устанавливают по формуле как для вспашки вразвал, м:

$$C_{opt} = \sqrt{16R^2 + 2BL}. \quad (6.29)$$

Расширяя прокосы, жатвенный агрегат (рис. 6.2) движется против часовой стрелки с левыми поворотами. Сделав 9-23 круга и расширив прокос до 2/3 ширины загона, агрегат докашивает уже с правыми поворотами поочередно оставшиеся полосы загонов. Преимущество этого способа состоит в уменьшении холостых проходов примерно на 28% по сравнению со способом движения с постоянными правыми поворотами.

Небольшие поля с длиной гонов менее 500 м убирают вкруговую с правыми поворотами. При правильном повороте по диагонали участка образуются свободные поворотные полосы шириной около 8 м.

Скорость движения агрегата подбирают с учетом густоты и высоты хлебостоя, а также состояния поверхности поля, стремясь работать на возможно более высокой скорости, при которой достигается чистый срез и хорошее формирование

валка. При движении поперек гребней пахоты и на поворотах скорость агрегата уменьшают. На изреженных хлебах, чтобы получить более толстый валок, лучше удерживающийся на стерне, вместо скатной доски ставят отражательный щиток с бортами цилиндрической формы.

Комбайновые агрегаты на подборке валков повторяют путь движения жатвенных агрегатов. Хлебная масса при этом должна поступать на подборщик колосьями вперед. Скорость движения агрегата устанавливают с учетом по возможности полного использования пропускной способности молотилки комбайна.

При работе тракторист или комбайнер (на самоходном комбайне) должен направлять агрегат так, чтобы ось валка находилась посередине подборщика и хлебная масса не терялась.

При прямом комбайнировании агрегаты движутся, как правило, вкруговую. Уборку самоходным комбайном можно проводить и челночным способом, который обычно применяют на полеглых хлебах, на полях с глубокими поперечными бороздами, при неравномерном созревании хлеба на отдельных частях массива.

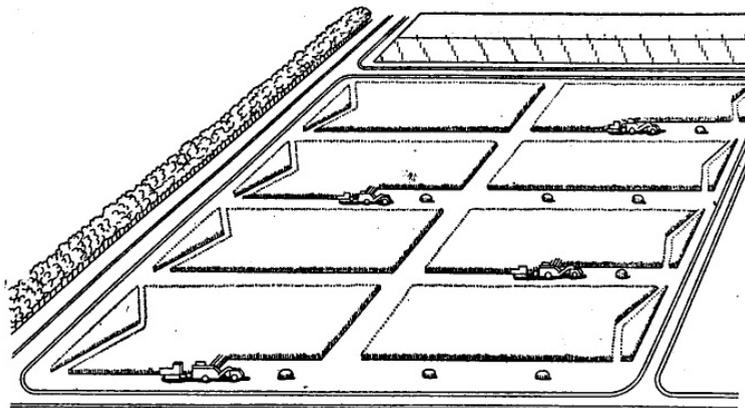
### *Групповой метод использования жаток и комбайнов*

На больших массивах следует применять групповой метод работы агрегатов, при котором каждому агрегату отводится отдельный загон на общем убираемом массиве. Групповое использование агрегатов позволяет быстрее завершить уборку, более производительнее использовать транспортные средства, уменьшить количество разгрузочных площадок и токов, а также создает наилучшие условия для технического обслуживания машин, обмена опытом и освоения передовых производственных приемов.

Групповой метод использования жаток и комбайнов является рациональным методом в использовании уборочных машин. Сущность этого метода заключается в том, что жатки и комбайновые агрегаты используются не одиночно в разных бригадах, а группами – по несколько агрегатов на одном или смежных полях. Каждый из агрегатов работает при этом на отведен-

ном ему загоне. Транспортных средств для отвозки зерна требуется в полтора раза меньше, а время полезной работы комбайнов увеличивается.

Групповой способ использования тракторных жаток на раздельной уборке и комбайнов с подборщиками, а также групповой способ при прямом комбайнировании (рис. 6.4) входят составной частью в поточный метод уборки урожая, эти методы нашли широкое применение на уборке урожая.



*Рис. 6.4. Групповой метод использования комбайнов*

Комбайновые агрегаты используют полный световой день, а при наличии электроосвещения – и в ночную смену.

Для работы в ночную смену поля должны быть тщательно осмотрены и освобождены от всяких препятствий (камней, колея, пней), которые могут помешать работе или повредить машины.

Электроосвещение должно быть установлено для достаточного освещения хлебостоя перед режущим аппаратом жатки комбайна и выгрузки зерна.

Еще 1-2 электролампы должны быть переносными для работ по регулировкам и техническому обслуживанию машин.

При расчете количества агрегатов для уборки поля определяется площадь  $F$ , с которой необходимо убрать хлеб за каждый рабочий день, га:

$$F = \frac{S}{D_p}, \quad (6.30)$$

где  $S$  – площадь поля, га;

$D_p$  – срок уборки, дней, смен.

Количество агрегатов  $N$  для уборки поля в установленный срок определяется формулой

$$N = \frac{F}{W_{см}} = \frac{S}{W_{см} D_p \delta} = \frac{10S}{B_p V_p T_{см} \tau \delta D_p}, \quad (6.31)$$

где  $W_{см}$  – сменная производительность агрегата, га/см,

$$W_{см} = 0,1 B_p V_p T_{см} \tau, \quad (6.32)$$

где  $\delta$  – сменность рабочего дня.

Число загонов на поле должно быть равно числу агрегатов. При этом ширина загонов  $C = \frac{l}{N}$ , м, где  $l$  – ширина поля.

**Групповой метод** использования жаток и комбайнов создает хорошие условия для организации работы, технического обслуживания машин, транспортировки зерна от комбайнов, организации трудового соревнования между механизаторами и взаимопомощи, сокращения сроков уборки, повышения производительности труда и улучшения использования техники. Количество агрегатов в группах устанавливают в зависимости от вида и условий работы. Во главе каждой группы ставят опытного механизатора, который руководит работой агрегатов.

Обычно группы устанавливают из 2-3 и более агрегатов. При небольшой группе старшему механизатору легче вести наблюдение за работой.

### *Технологические процессы уборки соломы*

*Солому убирают* в рассыпном виде с применением соломокопнителей, волокуш и стогометателей, с укладкой скирд на концах полей и последующей перевозкой к местам потребления; с измельчением навесными или прицепными соломоизмельчителями и перевозкой массы специальными тележками к местам

скирдования и потребления; с прессованием навесными или прицепными пресс-подборщиками, последующей подборкой тюков тюкоподборщиками и транспортировкой к местам штабелевания и потребления.

*Агротехнические требования:* своевременно производить сбор соломистых продуктов, сохраняя тем самым их кормовые качества; не допускать потерь; исключать излишние перевалки соломистых продуктов; уплотнять солому в копнителях для уменьшения количества копен на единице площади. Копны должны быть правильной формы, без растягивания. Укладка копен (рис. 6.5) производится прямолинейными поперечными одинарными или сдвоенными рядами (для вывозки трехконцовыми и рамочно-тросовыми волокушами).

При расчете средств механизации уборки соломы надо иметь в виду, что число волокуш для сволакивания и подвоза копен с поля на места скирдования зависит от объема работы, срока выполнения и расстояния транспортировки.

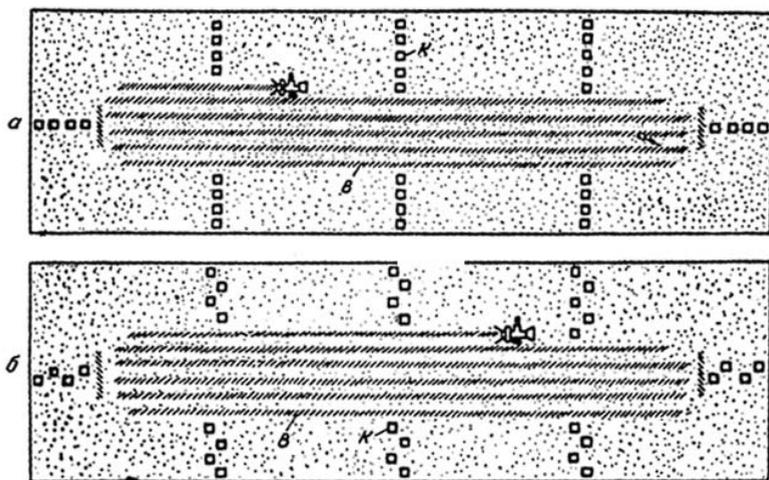


Рис. 6.5. Схема укладки копен соломы:

а – одинарными рядами; б – сдвоенными рядами; В – валок; К – копна

Среднее расстояние при перевозке копен в центр участка со всей его площади, по очертаниям приближающейся к кругу, определяется по зависимости, м

$$S_c = \frac{2}{3}R, \quad (6.33)$$

где  $R$  – радиус окружности, м.

Среднее расстояние  $S_c$  при перевозке копен с площади прямоугольного участка со сторонами  $a$  и  $d$  в один из углов его равно, м

$$S_c = 0,4(a + b). \quad (6.34)$$

Число волокуш или копновозов  $n_g$  для транспортировки копен с участка выражается зависимостью

$$n_g = \frac{m_K T_{p.c.}}{m_g T_3}, \quad (6.35)$$

где  $m_K$  – количество копен на площади;

$m_g$  – число рейсов волокуши;

$T_3$  – срок очистки поля, ч;

$T_{p.c.}$  – затраты времени на один рейс волокуши, ч.

$$T_{p.c.} = \frac{S_c}{V_p} + \frac{S_c}{V_x} + T_{np} + T_{op}, \quad (6.36)$$

где  $T_{np} + T_{op}$  – затраты времени на погрузку, разгрузку и простои по другим причинам, ч.

### *Мульчирование полей соломой*

Большим резервом в пополнении органических веществ и плодородия почвы остается солома. Свыше 70% полей озимых и яровых культур Челябинской, Оренбургской и других областей убираются комбайнами с измельчителями.

Для почвы солома является носителем углерода, служащего материалом для образования гумуса почвы, и уголекислоты, улучшающей условия воздушного питания растений, а также «одеялом» земли. Она сохраняет и удерживает в почве влагу, что в наших засушливых условиях является главным фактором получения хорошего урожая.

В весенне-летний период измельченная солома, имея светлый цвет, является отражателем солнца. В сильно засушливые

годы под соломенной мульчой растения переносят засуху лучше, чем на черной отвальной земле. В зимнее время равномерно разбросанная солома вместе со снежным покровом защищает почву от значительного промерзания. При заделывании 1 т измельченной соломы в почву поступает 8,5 кг азота, 3,8 кг фосфора, 13 кг калия и значительное количество микроэлементов.

За счет внесения соломы, а также за счет и пожнивно-корневых остатков в почве после уборки сельскохозяйственных культур остается в среднем около 100 кг азота, 40 кг фосфора, 150 кг калия на 1 га убранный площади, что позволяет добиваться получения на этих площадях высокого урожая сельскохозяйственных культур и сохранять плодородие почвы.

С внедрением в степных районах почвозащитной системы земледелия, которая предусматривает плоскорезную обработку почвы, мульча сохраняется длительное время, защищая ее от ветровой и водной эрозии. При заделке в верхний слой почвы быстро разлагается микроорганизмами и тем самым пополняет запасы органического вещества. Внесенная солома увеличивает к тому же водопроницаемость почвы и уменьшает сток. Наибольшее влияние на урожайность этот прием оказывает на смытых почвах. Проведенными опытами выявлено, что внесение соломы существенно улучшает водно-физические свойства пахотного слоя. Содержание водопрочных агрегатов размером более 0,25 см в слое 0-20 см после трех-четырёхлетнего внесения соломы повышается на 10-11%.

Наблюдения за изменением влажности несмытой почвы показали, что если количество соломы ежегодно увеличивать, то запасы влаги в метровом слое существенно повышаются.

Внесение 1 т соломы равнозначно внесению 3-4 т перегноя, но затраты при этом на порядок ниже.

Мульчирование поверхностного слоя пожнивными остатками значительно снижает потери влаги на испарение, а также понижает температуру на поверхности почвы в жаркие летние дни.

Анализ данных урожайности выявил четкие закономерности: при внесении соломы в течение четырех лет в первые два года существенных прибавок урожая не получено. В последующие два года как на несмытой, так и на среднесмытой почве

благодаря мульче урожайность пшеницы повышается на 3,5-4,7 ц/га, причем с возрастанием количества соломы прибавки увеличиваются. Внесение азота, как правило, усиливало влияние соломы. В Алтайском крае технология мульчирования хорошо отработана в ОПХ имени В.В. Докучаева, где все растительные остатки оставляют в поле. При уборке урожая на комбайны вместо копнителей навешиваются приспособления для измельчения и разбрасывания соломы – ПУН-5. Если приспособлений нет, днище копнителя убирается, а остающийся после обмолота валок соломы измельчается машинами типа КИР-1,5 и др.

#### ***6.1.4. Выбор марки комбайна***

В зависимости от природно-производственных условий необходимо обосновать ресурсосберегающее значение пропускной способности молотилки и выбрать соответствующую марку комбайна.

Комбайновый парк рациональной структуры должен обеспечивать выполнение уборочных работ в оптимальные сроки при наименьшем числе марок машин. Для принятия рационального решения по выбору марки комбайна; в таблицах 6.5, 6.6 приведены сравнительные характеристики зерноуборочных комбайнов зарубежного и отечественного производства, а в таблицах 6.7-6.10 – результаты испытаний комбайнов.

«Дон-1500А» выполнен по классической (стандартной) схеме с бильным молотильным устройством и клавишным соломотрясом. Имеет усиленный мост ведущих колес в агрегатной компоновке (с гидравлическим или механическим приводом), самоочищающиеся шины низкого давления, бункер увеличенной вместимости с высокопроизводительным выгрузным устройством. Двигатель размещен в закрытом капоте с быстросъемными крышками. Жатка – с проставкой, которая позволяет быстро отсоединять и навешивать ее без трудоемкой регулировки механизма уравнивания. На случай забивания шнека жатки при работе в тяжелых условиях предусмотрено реверсное устройство. Для транспортировки жатвенной части комбайн поставляется с прицепной тележкой. Режимы работы основных рабочих органов контролируются электронной системой.

«Дон-1500Б» – модернизированная модель зерноуборочного комбайна «Дон-1500А». В конструкции молотилки применены активатор и отсекабель зерна, «волновое» верхнее решето очистки, выравниватель воздушного потока вентилятора, электрогидравлическое управление вариатором. Изменены кинематический режим работы соломотряса и конфигурации сепарирующей поверхности клавиш.

«Дон-1500Н» предназначен для уборки длинностебельных, влажных и полеглых хлебов в Нечерноземной зоне. Отличается повышенной проходимостью (арочные шины с высоким протектором), наличием режущего аппарата открытого типа с укороченными пальцами, специальной декой для уменьшения залипания при уборке влажных хлебов. В бункере установлено второе виброднище на передней стенке, под молотилкой закреплен защитный щиток, предохраняющий шнеки и вентилятор очистки.

Таблица 6.5

Краткая сравнительная характеристика  
зерноуборочных комбайнов  
(составлена по ТУ соответствующих комбайнов)

Наименование показателей	Енисей-1200-1М	Джон Дир 77 20	Нива СК-5М	Дон 1500	Доминатор 88	Форд Нью Холанд ТХ-34
Масса, кг	8900	10780	8060	13440	9508	9508
Ширина молотилки, мм	1200	1360	1200	1500	1320	1300
Объем бункера, м <sup>3</sup>	4,5	6,5	3,0	6,0	5,2	6,0
Площадь очистки, м <sup>2</sup>	3,2	4,30	2,05	3,91	4,28	4,36
Мощность двигателя, л.с.	140 (175)	170	140	230	170	183
Производительность, т/ч	9,5	14,0	7,2	13,5	12,5	14,5
Удельный расход топлива, кг/т	2,60	2,85	1,85	3,10	2,70	2,65
Надежность (коэффициент)	0,950	0,999	0,910	0,950	0,999	0,999
Комфортность рабочего места, баллов	7	10	1	8	10	10

«Дон-1200Б» – унифицированная модель комбайна «Дон-1500Б» (ширина молотилки 1200 мм).

«Дон-1200К» – крутосклонная модификация комбайна «Дон-1200А». Обмолачивает хлеба на склонах крутизной до 20°. Отличается конструкцией хедера, силовой передачи, ходовой части и наличием гидравлической системы выравнивания.

«Дон-2600» создан на базе и по компоновочной схеме зерноуборочного комбайна «Дон-1500». Уровень унификации составляет 72%. Имеет роторное молотильно-сепарирующее устройство (с аксиальной подачей хлебной массы, передним приводом ротора, вращающейся декой), двухкаскадную ветро-решетную очистку.

СК-10В – зерноуборочный комбайн с молотильно-сепарирующим устройством аксиально-роторного типа и вращающимся кожухом ротора. Выполнен по компоновочной схеме (кабина по продольной оси комбайна, зерновой бункер, двигатель), изолирующей от комбайнера двигатель как основной источник шума, тепла и вибрации.

СК-10ВН убирает зерновые культуры в зонах повышенного увлажнения почвы.

Срез или подбор стеблей хлебной массы и подача ее в молотильный аппарат аналогичны комбайну «Дон». Обмолот обеспечивает двухбарабанное молотильно-сепарирующее устройство. Частота вращения бильных молотильных аппаратов изменяется гидромеханическим устройством. В конструкции применены улучшенная ветро-решетная очистка, автономное домолачивающее устройство, механизм обратной прокрутки барабанов, независимый привод выгрузного устройства бункера, гидравлическое управление механизмом отключения жатки и наклоном шнека бункера, ременный привод соломонабивателя, откидной радиатор двигателя, комфортабельная кабина.

«Енисей-1200-1М» – однобарабанная модификация комбайна «Енисей-1200». Предназначен для использования в зонах с невысокой влажностью хлебов.

«Енисей-1200-1НМ» – модификация комбайна «Енисей-1200» с двухбарабанным молотильным устройством и ходовой частью повышенной проходимости. Рекомендуются для Нечер-

ноземной зоны. Отличается наличием объемного гидропривода ходовой части, усиленного ведущего моста, моста управляемых колес с уширенной колеей и шин повышенной проходимости.

«Енисей-950» создан на базе комбайна «Енисей-1200-1». Увеличены мощность двигателя, площадь очистки, вместимость бункера, производительность.

«Кедр-1200» выполнен по симметрической схеме с расположением основных частей в последовательности «кабина – бункер – моторная установка», что обеспечивает равномерное распределение массы по колесам. Молотильное устройство – однобарабанное, без приемного битера, но с двумя отбойными, односекционными решетчатыми подбарабаньем и механизмом глубокого опускания. Привод барабана осуществляется через многоручьевой шкив с трехступенчатой регулировкой частоты вращения. Ходовая система имеет гидрообъемный привод и раздельно-агрегатные мосты ведущих колес с шинами повышенной проходимости. Является базовой моделью зерноуборочных комбайнов семейства «Кедр». Предусмотрены модификации крутосклонная и роторная.

У комбайна «Нива» технология обмолота несколько иная, чем у комбайна «Дон».

Хлебная масса шнеком жатки подается в окно не к битеру проставки, а непосредственно к транспортеру наклонной камеры. Перед молотильным барабаном установлен приемный битер, изменяющий направление потока стеблей от транспортера наклонной камеры. Молотилка не имеет автономного домолачивающего устройства, и недомолоченные колоски транспортируются элеватором к верхнему колосовому шнеку, который подает их на отбойный битер и в барабан для обмолота.

СК-5М «Нива» – однобарабанный зерноуборочный комбайн с классической схемой обмолота и сепарации. Хедер с отключаемым приводом оборудуется беспальцевым двухножевым или сегментно-пальцевым режущим аппаратом. Установлены мост ведущих колес с левым расположением коробки передач и одноконтурный клиноременный вариатор привода ходовой части. Для транспортировки жаток комплектуется тележкой.

СКП-5М «Нива» – модификация комбайна СК-5М. Предназначен для уборки зерновых культур в зонах повышенной влажности почв. Отличается от базовой модели наличием дополнительного сменного полугусеничного хода, который устанавливают вместо колес ведущего моста.

СКК-5 «Нива» – крутосклонный. Предназначен для уборки хлебов на склонах до 20°. Отличается конструкцией хедера, силовой передачи, ходовой части и наличием гидравлической системы, автоматического выравнивания.

В комбайнах производства АО «Таганрогский комбайновый завод» технологический процесс аналогичен комбайнам «Нива» и «Дон».

КЗС-3 – однобарабанный зерноуборочный комбайн с классической схемой обмолота и сепарации. Предназначен для уборки зерновых культур на полях малой площади, сложной конфигурации и переувлажненных. Компоновка отличается последовательным размещением кабины, зернового бункера и 4-цилиндрового двигателя с турбонаддувом Д-245. Унифицированы с серийными комбайнами «Нива» и «Дон». Имеет оригинальные технические решения. Жесткое крепление жатки на наклонной камере, объемный гидропривод мотопила, автономное домолачивающее устройство, скатная доска, установленная под клавишами, механизм электро-гидрокопирования жатки, шины низкого давления. На основе базовой модели предусматривается создание трех модификаций: крутосклонной, высокопроходимой (гусеничной), с роторным молотильно-сепарирующим устройством.

ПН-100 «Простор» – прицепной роторный зерноуборочный комбайн. Состоит из жатки с наклонной камерой, молотилки с поперечно расположенным ротором и тангенциальной подачей хлебной массы, очистительных и транспортирующих органов, бункера с выгрузным устройством, ходовой части, карданной передачи и сницы для агрегатирования с трактором, электро- и гидрооборудования, системы управления, расположенной в кабине трактора. Агрегируется с тракторами тяговых классов 1, 4 и 2. Унифицирован с комбайном СК-5М «Нива».

Таблица 6.6  
Технологическая характеристика базовых моделей зерноуборочных комбайнов  
отечественного производства

Показатели	С барабанным молотильно-сепарирующим устройством							Роторные		
	Дон-1500А	Дон-1200Б	Келдр-1200	Ени-сей-1200	СК-5М Нива	Ени-сей-900	КЗС-3	Дон-2600	СК-10В	ПН-100 Простор
Ширина захвата жатки, м	6,7; 8,6	6,7	4,1; 5,6; 7	4,1; 5,6	4,1; 5,6	4,1; 5,6	3,2; 4,1	6,7; 8,6	6,7; 8,6	2,85
Мощность двигателя, кВт	162	118	188	140	107	59	60	206	184	
Производительность в час основного времени (пропускная способность, т), кг/с	12,2-14 (8-9)	11,3 (7-8)	10 (5-6)	7-9	7,2 (5-6)	3,5-3,8 (3)	- (3-3,5)	14 (10-12)	14 (10-12)	4 (3)
Ширина молотилки, мм	1500	1200	1200	1200	1200	1200	900	1500	1500	-
Диаметр, мм: барабана ротора	800	800	550	550	600	550	600	-	-	-
Длина ротора, мм	-	-	-	-	-	-	-	770	770	570
Площадь, м <sup>2</sup> : сепарации очистки	5,74	4,8	4,5	3,4	4,3	-	3,15	-	-	-
Вместимость бункера, м <sup>3</sup>	3,91	3,87	3	2,15	2,15	2,0	2	4,5	4,43	2,36
	6	6	5	4,5	3	2,5	2,5	6	6,3	2

Таблица 6.7

## Результаты испытаний зерноуборочных комбайнов

Параметры	«Мега-208»	Е-257	ДД-Ц-2066	МФ-40 РС	«Кейс-ИХ-АФ-2188»	«Дон-1500Б»
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	165 (235)	190 (271)	169 (270)	203 (290)	189 (290)	158 (220)
Ширина захвата жатки, м	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,0
Масса, кг	10070	9400	11970	12500	9500	11600
Пропускная способность (при величине потерь 1,5%), кг/с:						
пшеница	12,0	11,3	10,4	10,2	11,2	9,2
кукуруза	27,0	23,3	30,1	23,1	21,5	17,7
Расход топлива на 1 т зерна, кг:						
пшеница	1,40	1,44	1,72	1,76	2,35	1,58
кукуруза	0,51	0,56	0,56	0,60	0,86	0,57
Дробление зерна, %:						
пшеница	1,6	1,2	1,2	1,3	0,4	1,0
кукуруза	3,1	6,7	3,0	3,7	1,7	2,0
Чистота зерна, %:						
пшеница	98,6	99,9	99,9	99,9	99,6	98,3
кукуруза	99,6	99,1	99,5	98,6	99,8	99,4

Таблица 6.8

Сезонная выработка комбайнов в 1998 г.  
(Новосибирская область)

Марка комбайна	Намолот зерна т/зерна		Повышение над базой, %
	max	средняя	
Нива	814,9	466,5	100
Енисей-1200	1148,1	827,5	177
Дон-1500	1487,4	1334,0	286
Доминатор 108 макси	1914,4	1381,6	296
Мега-204	1914,4	1381,6	296

### ***6.1.5. Энергосбережение ресурсов при скашивании и обмолоте хлебной массы***

Максимальный сбор зерна обеспечивается при правильном сочетании раздельной уборки и прямого комбайнирования. При определении площади для раздельной уборки необходимо в валки скашивать столько хлеба, сколько может быть подобрано и обмолочено до начала прямого комбайнирования, т.е. до конца восковой спелости зерна.

Раздельная уборка в зависимости от оснащенности хозяйства уборочной техникой может быть организована по двум вариантам:

1-й – все комбайны оборудуются жатками и скашивают хлеб в валки, а затем переключаются на подбор валков;

2-й – предполагает наличие отдельных жатвенных агрегатов, скашивание, подсыхание хлебной массы в валках и их подбор. Хозяйствам необходимо избегать ошибки, заключающейся в том, что при скашивании чрезмерно большой площади можно не успеть подобрать валки до момента начала полной спелости зерна на корню (или обильных дождей), когда можно переключиться на прямое комбайнирование.

Площадь, подлежащая раздельной уборке по 2-му варианту, определяется по формуле

$$F = \sum W_{\Pi} \cdot (D_p - D_c), \quad (6.37)$$

где  $\Sigma W_{II}$  – суммарная суточная производительность комбайнов на подборе валков, га;

$D_p, D_c$  – число суток, соответствующих продолжительности раздельной уборки и сушки хлебной массы в валках.

На примере различных зон Алтайского края рассмотрим следующие варианты уборки:

1-й – прямое комбайнирование;

2-й – скашивание хлебной массы в валки агрегатами МТЗ-80 + ЖВС-6 с последующим подбором валков СК-5 + ПБ-2,1;

3-й – скашивание в валки агрегатом СК-5 + ЖВН-6, подбор – СК-5 + ПБ-2,1.

В таблице 6.11 представлена потребность агрегатов при скашивании хлебной массы в валки с 1000 га в зависимости от количества рабочих дней.

Таблица 6.11

Потребность в агрегатах  
при скашивании 1000 га зерновых культур  
(работа в одну смену)

Вид агрегата	Количество рабочих дней					Расход топлива, ц
	5	7	9	11	15	
МТЗ-80 + ЖВС-6	10	8	6	5	4	24
СК-5 + ЖВН-6	14	10	8	6	5	40

Анализ таблицы 6.11 показывает, что применение более производительного агрегата МТЗ-80 + ЖВС-6 вместо агрегата СК-5 + ЖВН-6 позволяет высвободить от 3 до 2 жатвенных агрегатов на каждые 1000 га убираемой площади. Наряду с этим агрегат МТЗ-80 + ЖВС-6 перед СК-5 + ЖВН-6 обладает следующими преимуществами: имеет более высокий коэффициент эксплуатационной надежности, меньшую трудоемкость при техническом обслуживании агрегатов, низкую стоимость агрегата. При этом высвобождаются энергетические установки (двигатели), уменьшается дефицит рабочей силы за счет сокращения количества агрегатов типа СК-5 + ЖВН-6 при скашивании хлебной массы.

Однако в последние годы специалисты хозяйств края недоучитывают эти резервы, мотивируя недостаточностью колесных тракторов и жаток типа ЖВС-6.

При дефиците рабочей силы в хозяйстве в период начала полной спелости зерна на корню целесообразно всю оставшуюся площадь убирать прямым комбайнированием (табл. 6.12).

Анализ таблицы 6.13 показывает, что наименьшей металлоемкостью, а следовательно, и наименьшим уплотнением почвы характеризуются агрегаты, работающие при прямом комбайнировании.

Снижение стоимости уборочных работ зерновых культур в значительной степени зависит от типа машин и эффективности их использования.

Таблица 6.12

Потребность в агрегатах при скашивании и обмолоте 1000 га зерновых культур (работа в одну смену)

Вид агрегата	Количество рабочих дней					Расход топлива, ц
	5	7	9	11	15	
Прямое комбайнирование СК-5	20	15	12	9	7	60
Раздельная уборка МТЗ-80 + ЖВС-6 + СК-5 + ПБ-2,1	26	20	15	13	10	82
СК-5 + ЖВН-6 + СК-5 + ПБ-2,1	30	24	18	15	12	97

Таблица 6.13

Металлоемкость процессов скашивания и обмолота зерновых культур, т/1000 га

Вид агрегата	Количество рабочих дней				
	5	7	9	11	15
Прямое комбайнирование СК-5	120	85	66	55	40
Раздельная уборка МТЗ-80 + ЖВС-6 + СК-5 + ПБ-2,1	135	100	78	62	45
СК-5 + ЖВН-6 + СК-5 + ПБ-2,1	160	120	90	75	54

## **6.2. Технологические особенности процесса уборки картофеля**

Для снижения повреждаемости клубней при уборке комбайном рекомендуется проводить предварительное удаление ботвы, что дает возможность ускорить физиологическое созревание картофеля, клубни меньше повреждаются рабочими органами уборочных и сортировальных машин, а следовательно, лучше хранятся.

В опыте, проведенном в ОПХ «Заворово» НИИКХ, при поточной уборке через 7 дней после удаления ботвы общие отходы картофеля в процессе хранения были на 36,5% ниже по сравнению с вариантом, где уборка проводилась через день после удаления ботвы. Предварительное удаление ботвы позволяет повысить ударостойкость клубней и предупредить их заражение вирусами, улучшить процесс сепарации почвы на рабочих органах машин. На участках, где картофель выращивают на семена, ботву необходимо удалить за 10-12 дней, а на продовольственных участках – за 7-9 дней до начала уборки. После уничтожения ботвы клубни выдерживают в почве 8-10 дней.

Этот прием способствует получению зрелого, здорового картофеля с окрепшей кожурой, что снижает механические повреждения клубней при уборке комбайном, повышает их сохранность. Удаление ботвы в более ранние сроки на продовольственных участках приводит к недобору урожая картофеля, так как при благоприятных погодных условиях хорошо развитая ботва обеспечивает значительную прибавку урожая.

При скашивании ботвы используют косилки КИР-1,5 или тросовый ботводробитель конструкции ЧИМЭСХ, которые агрегируются с тракторами МТЗ-80/82.

В настоящее время для уборки картофеля выпускаются картофелеуборочные комбайны и картофелекопатели, техническая характеристика которых приведена в таблице 6.14. Картофелеуборочный комбайн ККУ-2А является базовой моделью. Комбайн ККУ-2А-1 (модификация ККУ-2А) – двухрядный, полунавесной, элеваторный, с пассивными лемехами – предназначен для уборки картофеля на гребнистых и гладких посадках, на легких и средневязких почвах.

Таблица 6.14

## Техническая характеристика картофелеуборочных машин

Показатели	Марка машины				
	КПК-3	КПК-2	ККУ-2А	КТН-2В	УКВ-2
Производительность за 1 ч времени, га основного эксплуатационного	0,44-0,8 0,26-0,4	0,3-0,8 -	0,32-0,43 -	0,25-0,47	0,3-0,6
Ширина захвата, м	2,1	1,4	1,4	1,4	1,4
Вместимость бункера для картофеля, кг	1500	1500	800	-	-
Рабочая скорость, км/ч	2-6	2-6	1,8-4,0	1,8-3,4	2,8-5,6
Вес, кН	59	55	44	7,30	23,56
Агрегатируется с тракторами класса	1,4; 2	1,4; 2	1,4; 2	1,4	1,4

Комбайн ККУ-2А-3 – элеваторный, с активными лемехами, предназначен для работы на торфоболотных почвах.

Комбайны ККУ-2А-4; КПК-3 предназначены для уборки картофеля на грядах. Существуют три способа комбайновой уборки картофеля: прямое комбайнирование, комбинированный и раздельный.

Прямое комбайнирование применяют в условиях удовлетворительной и хорошей сепарации почвы на легких и средних почвах при влажности до 24%, где комбайн справляется с отделением почвенных комков и других примесей. Расчеты экономической эффективности уборки картофеля показывают, что при урожайности клубней 100-110 ц/га уборка комбайнами типа ККУ-2 нецелесообразна ввиду больших затрат на содержание техники. Однако эффективность комбайновой уборки резко возрастает при урожайности картофеля свыше 140 ц/га за счет сокращения заработной платы, расходуемой на подборку клубней вручную после копателя КТН-2Б.

Комбинированный способ предусматривает укладку клубней в валок копателем-валкоукладчиком УКВ-2. При урожае ниже 20 т/га в междурядьях двух неубранных рядков укладывают клубни из 4 смежных рядков (схема 2+4), при урожае

картофеля 20-30 т/га работают по схеме (2+2). Комбинированный валок убирают за один проход комбайном ККУ-2, который одновременно с выкопкой двух необранных грядок подбирает клубни, уложенные копателем. Комбинированную уборку нельзя применять на полях с высокими гребнями или размытыми водой междурядьями, так как клубни в гнезде расположены выше уровня междурядья. При уборке этим способом клубни будут уложены в междурядьях под лемех комбайна-подборщика, что приведет к их потере.

Раздельный способ уборки заключается в том, что клубни при помощи картофелекопателя-валкоукладчика укладывают в валок на подготовленное копателем ложе. В зависимости от условий уборки и урожая картофеля в валок укладывают клубни из двух, четырех или шести смежных рядков, которые подбирают через 2-4 ч солнечной закалки клубней. Раздельный способ уборки целесообразно применять на средних и тяжелых почвах (влажностью 24-26%).

Применение комбинированного и раздельного способа уборки позволяет снизить количество поврежденных клубней, сократить число проходов комбайна по полю и значительно повысить его производительность. Во избежание забора лишней почвы лемехами комбайна при подкопке рядков картофеля предлагается устанавливать глубину хода лемехов по формуле

$$h = a - \Delta + c, \quad (6.38)$$

где  $a$  – средняя арифметическая глубина залегания нижнего клубня в гнезде, см;

$\Delta$  – величина деформации почвы грядки катками комбайна, см;

$c$  – величина почвенной защиты клубней картофеля от повреждения при подкопке лемехом (2 см).

При подкопке клубней прямым комбайнированием, подборе валков надо внимательно следить за глубиной хода лемеха, чтобы валок по первому элеватору шел с почвенной подушкой, это позволит снизить повреждение клубней и сократить потери.

Давление в баллонах-комкодавителях комбайна регулируют накачиванием или стравливанием воздуха. В нормальных условиях давление в баллонах должно быть 0,15-0,2 МПа, при

разрушении крупных комков давление увеличивают до 0,25-0,3 МПа, при отсутствии почвенных комков или при работе на песчаных почвах снижают давление до 0,1 МПа.

С целью повышения сепарации почвы на рабочих органах комбайна рекомендуется перед уборкой проводить фрезерование междурядий посадок картофеля культиватором ФПУ-4,2. Фрезерование посадок картофеля перед уборкой снижает загрязненность клубней почвой в бункере-накопителе комбайна ККУ-2 «Дружба» на 13-18%, повышает производительность уборочных машин на 20-30%.

Для повышения качества уборки картофеля в Сибирском институте механизации и электрификации (СибИМЭ) разработан технологический процесс уборки с применением вибрационных рабочих органов, обеспечивающих разрушение пласта почвы до фракции с размерами комков 20-25 мм, что необходимо для повышения сепарации почвы, а следовательно, для повышения чистоты клубней в бункере, снижения потерь и повреждений картофеля.

Обработка посадок картофеля перед проходом комбайна ККУ-2 проводилась вибрационным рыхлителем РВК-1,2. Результаты испытаний показали, что применение вибрационной обработки почвы перед уборкой картофеля снижает тяговое сопротивление комбайна на 17, а общую потребляемую мощность – на 24%, повышает чистоту клубней в бункере-накопителе на 20-35%, увеличивает производительность на 15%.

Производительность комбайнов зависит от способа их движения на поле. Если комбайны идут вслед, то при остановке одного другой вынужден также останавливаться или объезжать его. Это приводит к снижению выработки и увеличению повреждений клубней. Правильнее всего организовать групповую работу комбайнов на самостоятельных загонах. Для сокращения времени на повороты и уменьшения ширины поворотной полосы каждый комбайн одновременно должен убирать два загона, например: 1-й и 3-й; 2-й и 4-й и т.д. При такой работе ширина каждого загона будет равна примерно половине дневной выработки комбайна, при длине гона в 300-600 м это составляет около 20-35 рядков. Границы загонов должны проходить по стыковым междурядьям. При недостаточной ширине поворотной по-

лосы для плавного поворота и прямого въезда агрегата в грядки комбайны перед началом уборки пускают поперек с увеличенной глубиной хода лемеха и делают необходимое число проходов с обоих концов гонов до образования поворотной полосы шириной не менее 18-20 м. Во время работы бункер комбайна должен находиться всегда со стороны убранного поля. Движение автосамосвалов поперек необруанных грядок категорически запрещается. Для сокращения числа холостых переездов транспортных средств от одного комбайна к другому на полях с большой длиной гона (700-800 м и более) перед началом работы делают поперечные проезды. Расстояние между проездами устанавливается по формуле

$$S_{\sigma} = \frac{10^4 Q \cdot K_u}{B_p \cdot U}, \quad (6.39)$$

где  $Q$  – вместимость бункера комбайна, ц;  
 $K_u$  – коэффициент использования емкости бункера;  
 $B_p$  – ширина захвата комбайна, м;  
 $U$  – урожайность картофеля, ц/га.

Разделив  $S_{\sigma}$  на среднюю скорость движения комбайна  $V_p$ , км/ч, найдем время заполнения бункера или транспортного средства, если оно загружается на ходу

$$t_{\kappa} = \frac{S_{\sigma}}{V_p} \cdot 0,001 \text{ д.ч.} \quad (6.40)$$

Бункер необходимо разгружать на ходу. Это повышает производительность комбайна на 10-12%. Там, где есть возможность, отвозить картофель от комбайнов целесообразно тракторами с самосвальными тележками.

### ***6.2.1. Теоретическое обоснование режимов рациональной загрузки картофелеуборочных машин***

Изучение технологического процесса уборки картофеля вызывает неизменный интерес отечественных и зарубежных исследователей. Это объясняется следующим:

- на сепарирующие органы картофелеуборочных машин при изменении поступательной скорости уборочного агрегата от 0,65 до 1,5 м/с поступает почвенной массы в количестве 150-300 кг/с. Масса состоит из 95-97% почвы, 1-2% растительных остатков. Из нее требуется выделить всего лишь 2-3% клубней картофеля;

- трудоемкость технологического процесса составляет 50-70% от всех затрат на производство картофеля;

- существующие картофелеуборочные машины не соответствуют современным требованиям при работе на средних и тяжелых почвах.

Наиболее прогрессивной является технология уборки, позволяющая производить прямое комбайнирование в широком диапазоне изменения почвенно-климатических условий. Исследованиями установлено, что нормальная работа картофелеуборочных комбайнов зависит от глубины хода лемехов, влажности и рыхлости почвы в период уборки. Параметры этих показателей зависят в основном от способов предпосадочной обработки почвы, интенсивности крошения подкопанного пласта и сохранения его в рыхлом состоянии в течение всего вегетационного периода.

Глубокая осенняя вспашка позволяет создать в начальный период вегетации оптимальную структуру почвы при влажности 18-20%. При более высокой влажности обработка почвы лемешными плугами сопровождается образованием большого количества комков диаметром 70-100 мм и выше, особенно на тяжелых и средних почвах, которые сохраняются в неразрушенном состоянии до уборки клубней. Если учесть, что картофель необходимо высаживать, когда почва прогреется до температуры 7...8°C, а влажность ее при этом очень велика, то можно прийти к выводу, что в этих условиях лемешные плуги для предпосадочной обработки почвы технологически малопригодны. Междурядная обработка посадок картофеля при существующей технологии производится с одновременным рыхлением колеи трактора. В процессе обработки междурядий культиватором с пассивными рабочими органами твердые слои почвы взламываются, что сопровождается образованием комков крупной фракции, которые отвалом культиватора-окучника выносятся на поверх-

ность грядки и под действием солнца становятся настолько прочными, что сохраняются до уборки урожая. Поступая на рабочие органы картофелеуборочных машин в неразрушенном виде вместе с клубнями картофеля, они загружаются в бункер, снижая тем самым качественные показатели работы комбайна.

Для исследования влияния технологии междурядной обработки посадок картофеля на качественные показатели уборочных машин были проведены опыты по двум вариантам:

а) серийная междурядная обработка культиватором-окучником КОН-2,8 ПМ (контроль);

в) обработка междурядий посадок картофеля экспериментальной ФПУ-4,2 завода «Сибсельмаш». Качественные показатели культиватора КОН-2,8 ПМ, фрезы ФПУ-4,2, комбайна ККУ-2А определялись по методике, разработанной Центральной государственной машиноиспытательной станцией. На протяжении всего вегетационного периода развития растений производился анализ фракционного состава почвы для определения степени рыхлости грядки в зависимости от технологии междурядной обработки посадок картофеля. Анализ опытных данных показывает:

- фрезерная обработка посадок картофеля снижает загрязненность клубней почвой в бункере комбайна ККУ-2А на 13-18%, повреждаемость картофеля на 4-5%;

- создание рыхлой почвы в картофельной грядке фрезой ФПУ-4,2 способствует увеличению урожайности картофеля на 10-12%, сохранению более правильной формы клубней и увеличению количества картофеля продовольственной фракции на 15-20%.

С целью повышения качества уборки исследовался технологический процесс обработки картофельного поля вибрационными рабочими органами. Результаты испытаний показали, что использование вибрационного рыхлителя перед уборкой картофеля позволяет передавать почве энергию для качественного разрушения фракциями с размерами комков 20-25 мм, что необходимо для работы комбайна. Чистота в таре повышается на 20-35%, потери снижаются на 5-6%, повреждаемость – на 5% в сравнении с обычной уборкой. Повышение сепарирующей способности комбайна приводит к увеличению его производительности на 15%.

Как видим, качественные показатели работы картофелеуборочных машин подвергаются воздействию различных факторов. Но такие факторы, как скорость движения агрегата, степень рыхления почвенной грядки, количество массы, поступающей на машину и т.д. можем изменять, улучшая тем самым качественные показатели уборочных машин. Для этого используем статистический анализ множественной корреляции и регрессии.

Теснота связи между переменными  $A$ ,  $K_p$ ,  $V_n$ ,  $\Gamma_{cx}$  оценивается коэффициентом множественной корреляции  $R$ , где  $A$  – процесс сепарации почвы на картофелеуборочных машинах, %;  $V_n$  – поступательная скорость машин, м/сек;  $K_p$  – степень рыхлости почвенной грядки, %;  $\Gamma_{cx}$  – степень засоренности клубней картофеля почвой в бункере комбайна, %.

Коэффициент множественной корреляции выражается зависимостью вида

$$R = \sqrt{\frac{a^2 \cdot \delta_V^2 + b^2 \cdot \delta_K^2 + a \cdot b \cdot \zeta_{KV}}{\delta^2 \cdot \Gamma_{CX}}}, \quad (6.41)$$

где  $\delta_V$ ,  $\delta_K$  – среднеквадратичные отклонения скорости агрегата и степени рыхлости почвенной грядки;

$\zeta_{KV}$  – парный коэффициент корреляции.

Для полного изучения зависимости между  $A$ ,  $K_p$ ,  $V_n$ ,  $\Gamma_{cx}$  составляется множественное уравнение регрессии

$$\begin{aligned} \Gamma_{CX} &= C + a \cdot V_n + b \cdot K_p, \\ A &= C_1 + a_1 \cdot V_n + b_1 \cdot K_p. \end{aligned} \quad (6.42)$$

Потребуем, чтобы сумма квадратов отклонений фактических аппликат  $\Gamma_{CX}$  от аппликат  $\bar{\Gamma}_{CX}$ , вычисленных по уравнению регрессии, которую обозначим через  $f$ , была наименьшей.

$$f = \sum (\Gamma_{CX} - \bar{\Gamma}_{CX})^2 = \min. \quad (6.43)$$

Минимум этой функции найдем из уравнений

$$\frac{d \cdot f}{d \cdot a} = 0; \quad \frac{d \cdot f}{d \cdot b} = 0; \quad \frac{d \cdot f}{d \cdot c} = 0. \quad (6.44)$$

Произведя дифференцирование, напомним систему уравнений:

$$\begin{aligned} \sum \Gamma_{CX} &= n \cdot C + a \sum V_{II} + b \cdot \sum K_p, \\ \sum \Gamma_{CX} \cdot V_{II} &= \sum V_{II} + a \sum V_{II}^2 + b \cdot \sum K_p \cdot V_{II}, \quad (6.45) \\ \sum \Gamma_{CX} \cdot K_p &= C \sum K_p + a \sum K_p \cdot V_{II} + C \sum K_p^2. \end{aligned}$$

Решая систему уравнений (6.45) относительно «а» и «b», приходим к следующим формулам:

$$\begin{aligned} b &= \frac{\delta_{\Gamma}}{\delta_K} \cdot \frac{\zeta_{ГК} - \zeta_{ГV} \cdot \zeta_{KV}}{1 - \zeta_{KV}^2}, \\ a &= \frac{\delta_{\Gamma}}{\delta_V} \cdot \frac{\zeta_{ГV} - \zeta_{ГК} \cdot \zeta_{KV}}{1 - \zeta_{KV}^2}. \end{aligned}$$

Из уравнения системы находим, что

$$C = \Gamma_{CX} - a \cdot V_{II} - b \cdot K_p.$$

Аналогичным путем находим коэффициенты *a*, *b*, *c* для процесса сепарации почвы на картофелекопатель КСТ-1,4А.

Выражая из формулы (6.42) поступательную скорость машин и подставляя ее значение в выражение (6.46) по определению производительности агрегата, получим

$$W = 0,36 \cdot B \cdot V_{II} \cdot T \cdot \tau, \quad (6.46)$$

где *B* – ширина захвата агрегата, м;

*V<sub>II</sub>* – поступательная скорость машины, м/с;

*T* – количество часов работы в смену;

*τ* – коэффициент использования времени смены.

Получим для ККУ-2А

$$W = 0,36 \cdot B \cdot \frac{\Gamma_{CX} - b \cdot K_p - C}{a} \cdot T \cdot \tau. \quad (6.47)$$

И для КСТ-1,4А

$$W = 0,36 \cdot B \cdot \frac{A - C_1 - b_1 \cdot K_p}{a_1} \cdot T \cdot \tau. \quad (6.48)$$

Подставляя допустимые значения  $A$ ,  $K_p$ ,  $G_{CX}$ , в выражения (6.47), (6.48), получим рациональное значение производительности, при которых  $G_{CX}$  наиболее полно обеспечиваются агротехнические требования, предъявляемые к уборке картофеля комбайнами.

### **6.3. Особенности процесса уборки трав на сено**

Сено высокого качества должно иметь зеленый цвет, мягкие стебли с сохранившимися листочками, быть чистым, свободным от плесени, иметь характерный аромат и влажность около 16%, обеспечивающую длительное хранение.

Чтобы получить сено высокого качества, необходимо соблюдать ряд агротехнических требований при выполнении сеноуборочных работ.

Травы на сено скашивают в сжатые сроки в фазе колошения или бутонизации основной массы травостоя, когда зеленая масса содержит наибольшее количество питательных веществ.

В пустынно-степной зоне уборка сена завершается не более чем за 10-12 дней, в степной зоне – за 12-15 и в лесо-луговой зоне – не более чем за 20 дней.

Высоту скашивания устанавливают в зависимости от состояния и ботанического состава травостоя. Наиболее устойчивые и высокие урожаи для степных сенокосов получают при скашивании на высоте 4-6 см от поверхности почвы, а на остальных сенокосах – на высоте 6-8 см. Более высоко (в указанных пределах) срезают сеяные травы в первый год, сенокосы, не скошенные в предыдущем году, а также при вторых укосах.

Важное значение имеет правильное проведение сушки травы и снижение ее влажности с 75-80 до 15-17%. Основное требование к сушке состоит в равномерном и быстром освобождении всех частей растений от воды и недопущении порчи наиболее нежных и ценных в кормовом отношении листочков. В зависимости от климатических условий зеленую массу сушат тонким слоем в прокосах (солнечная сушка), более толстым слоем в валках или копнах (воздушная сушка). Для получения сена, богатого питательными веществами, регулируют процесс сушки путем изменения плотности валков: от 4-5 кг сухого сена

на 1 пог. м при сухой погоде и до 1,5-2 кг/м – в менее благоприятных условиях сушки. Размеры копен должны соответствовать условиям досушки сена (в степной зоне вес копен – от 250 до 500 кг, в лесо-луговой зоне – 75-150 кг).

При уборке сена нельзя допускать потерь. Чтобы сохранить листья, бутоны, цветы и мелкие стебли, избегают излишнего ворошения и перетиранья сена. Как прокосы, так и валки должны быть прямолинейными. Ворошение, сгребание и укладку сена в копны проводят при определенной влажности (соответственно, 40-50, 30-35 и 25-30%), когда растения достаточно эластичны и листочки не обламываются.

При прессовании из валков влажность должна быть около 20-22%, что облегчит процесс прессования и вязки тюков. Плотность прессования сена в тюки зависит от влажности и ботанического состава и составляет от 120 до 180 кг/м<sup>3</sup>.

Высушенное сено при влажности не более 18% укладывают в плотные скирды или стога правильной формы, достаточно большого размера, на сухом, по возможности несколько повышенном основании, обведенном канавой, что обеспечивает длительное хранение при незначительных потерях от промокания. Лучшее сено ранних укосов хранят в сараях или под навесами.

Сено на короткий срок хранения укладывают в небольшие стога или скирды весом 80-120 ц. Для длительного хранения скирды укладывают на обочинах сенокосных участков весом по 200-400 ц.

В производственных условиях применяют следующие основные варианты технологии сеноуборки.

Скашивание травы, укладка или сгребание зеленой массы в валки, подбор-прессование сена в тюки; при этом варианте в систему машин входят косилки, боковые или перечные грабли, пресс-подборщики, тюко-подборщики, транспортные средства, тюко-транспортёр-укладчик.

Скашивание травы, укладка или сгребание зеленой массы в валки, подборка валков и укладка копен, перевозка копен и скирдование; при этом варианте технологии система машин включает в себя косилки, грабли, подборщики-копнители, навесные волокуши или копновозы, стогометатели.

Скашивание травы, укладка или сгребание зеленой массы в валки, подборка валков и образование стогов, перевозка стогов, завершение скирд; этот вариант технологии требует следующей системы машин: косилки, грабли, подборщики-стоогоформители, стоговозы, стогометатели (для завершения в местах хранения).

Кроме этих основных вариантов технологии, в зонах с неблагоприятными условиями сушки применяют досушивание сена.

Для сеяных трав предпочтительнее сгребание заменять валкообразованием с помощью специальной косилки, что исключает волочение продукта по стерне. Однако это возможно только в том случае, если условия сушки благоприятны, а урожайность не превышает 40 ц/га.

Для ускорения сушки ценных сеяных трав (клевер, люцерна) одновременно с кошением с помощью специальной косилки-плющилки расплющивают стебли и 3-4 раза ворошат их; в этом случае можно быстро, в течение одного дня, получить сено высокого качества.

### **6.3.1. Расчет процесса сеноуборочных работ**

Для бесперебойного выполнения составляющих процессов комплекса производительность отдельных групп машин должна быть увязана.

Ведущей операцией в технологической схеме уборки трав на сено является кошение. Все работы должны производиться поточно. Условие – равная производительность машин (или группа их) по операциям.

Потребность в машинах определяется по формуле

$$n_i = \frac{n_k W_k T_k}{W_i T_i}, \quad (6.48)$$

где  $n_i$ ,  $n_k$  – количество требуемых и косильных агрегатов;

$W_i$ ,  $W_k$  – часовая производительность требуемых и косильных агрегатов, га/ч;

$T_i$ ,  $T_k$  – продолжительность работы требуемых и косильных агрегатов, ч.

При подготовке полей для уборки трав их осматривают, выявляют и устраняют препятствия, устанавливают очередность уборки, выбирают направление и способ движения агрегата, отбивают, обкашивают поворотные полосы и убирают сено, участки разбивают на загоны.

При кошении естественных трав направление движения агрегата должно совпасть с направлением длинной стороны поля, при кошении сеяных трав – с направлением пахоты. На орошаемых участках длинная сторона загона должна быть параллельной каналам оросительной сети. На склонах трактор двигается поперек склонов.

Ширина загона должна быть в 6-8 раз меньше длины. Площадь загона выбирается равной дневной выработке агрегата. Движение косилочных агрегатов осуществляется вкруговую с беспетлевыми поворотами (широкозахватные) и челночным способом с петлевыми поворотами на поворотных полосах (фронтальные и с малым захватом). Там, где невозможен поворот на концах поля, поворотные полосы отбиваются шириной 10-15 м в зависимости от радиуса поворота агрегата. Круговые обкосы участков и прокосы между загонами производят косилками с фронтальным режущим аппаратом. Углы обкашивают по дуге радиусом 25-30 м, ширина прокосов равна ширине захвата косилочного агрегата.

Параметры агрегатов, применяемых в комплексе, должны быть увязаны между собой. Размеры и вес 1 пог. м валка сена, образованного валковой косилкой или граблями, должны соответствовать пропускной способности пресс-подборщика.

При использовании валковых косилок вес 1 пог. м валка при данной урожайности зависит от ширины захвата косилки, что выражается зависимостью, кг/м

$$q_s = \frac{bU}{100}. \quad (6.49)$$

При заданном весе валка  $q_s$  и заданной ширине захвата  $b$  валковой косилки ее можно применять при урожайности, не превышающей, ц/га

$$U \leq \frac{100q_s}{b}. \quad (6.50)$$

Таблица 6.15

Размер и объемно-весовые показатели валков высушенного сена

Сено	Ширина валка, м	Площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup>	Вес 1 пог. м валка, кг	Объемный вес, кг/м <sup>3</sup>
Типчаково-ковыльное	0,88	0,16	2,0	12,0
Житняковое	1,08	0,23	4,6	20,0
Люцерновое	1,3-1,5	0,10-0,14	2,4-3,7	13,4-35,7
Бобово-разнотравное	1,0-1,6	0,05-0,12	0,5-2,8	9,0-13,0

Сгребание провяленной травы в валки поперечными граблями производится челночным способом движения агрегата перпендикулярно направлению движения косилок. При сгребании боковыми граблями движение агрегата осуществляется по направлению кошения.

При сгребании поперечными граблями требуемый вес 1 пог. м валка зависит от изменения расстояния между формируемыми валками, м:

$$l_b = \frac{100q_g}{U}, \quad (6.51)$$

где  $q_g$  – вес валка, кг/м;

$U$  – урожайность, ц/га.

Вес 1 м валка должен быть в следующих пределах: для последующей подборки волокушами – 3-4 кг/м; для подборки подборщиками-копнителями – 2-3; для подборки пресс-подборщиками – 1,3-1,5 кг/м (табл. 6.15).

Сбор сена из валков с одновременной укладкой его в копны, стога или прессованием в тюки осуществляется при движении уборочного агрегата вдоль валков челноком (после сгребания поперечными граблями) или вкруговую (после сгребания боковыми граблями). Сбор сена начинают с крайнего валка загона. Укладку копен производят в строго определенном порядке. Путь, проходимый копнителем или толкающей волокушей за время набора копны, определяется расстоянием между копнами и зависит от объема копны и веса валка, м:

$$l = \frac{U\gamma}{q}, \quad (6.52)$$

где  $U$  – объем копны, м<sup>3</sup>;

$q$  – вес погонного метра валка, кг/м;

$\gamma$  – объемный вес сена в копне, кг/м<sup>3</sup> (табл. 6.16).

Таблица 6.16

Объемный вес сена в копнах

Сено	Объем копны, м <sup>3</sup>	Объемный вес, кг/м <sup>3</sup>
Типчаково-ковыльное	8-16	30-40
Житняковое	8-16	25-35
Люцерновое	8-16	25-40

Транспортировка копен к месту укладки стогов или скирд производится волокушами.

Производительность волокуши в данном случае определяется количеством перевезенного ею сена в единицу времени и выражается в т/ч или т/смену.

Расчет производительности волокуши можно выполнить по следующему выражению, т/ч:

$$W = Qn, \quad (6.53)$$

где  $Q$  – вес сена, перевозимого волокушей за один прием, т;

$n$  – количество заездов, которое делает агрегат за один час.

Количество заездов  $n$  определится как отношение общего пути  $S$ , проходимого агрегатом за 1 час, к пути  $s$ , проходимому агрегатом за один средний на данном участке заезд, км:

$$S = v_{cp}(1 - tn), \quad (6.54)$$

где  $t$  – время, затрачиваемое на процесс поднятия копны на волокушу и на разгрузку ее у места укладки стога или скирды, ч;

$v_{cp}$  – средняя скорость движения агрегата, км/ч.

Путь, проходимый агрегатом за один средний заезд, может быть определен следующим образом, км:

$$s = \frac{2L_{cp}}{1000}, \quad (6.55)$$

где  $L_{cp}$  – радиус среднего заезда агрегата на данном участке, м.

Тогда количество заездов агрегата за 1 час будет равно

$$n = \frac{S}{s} = \frac{v_{cp}(1 - tn)10^3}{2L_{cp}} = \frac{500v_{cp}}{L_{cp} + 500tv_{cp}}. \quad (6.56)$$

Разбивку участков и движение агрегата при транспортировке копен необходимо производить таким образом, чтобы радиус среднего заезда был наименьший. Для этого при определенной урожайности трав  $Y$  ц/га и весе стога или скирды  $Gm$  подсчитывают площадь участка  $U$ , с которой требуется собрать копны в один стог или скирду, га:

$$U = \frac{10G}{Y}. \quad (6.57)$$

Количество копен  $K$ , которое необходимо перевезти к одному стогу или скирде, будет равно

$$K = \frac{G}{Q}. \quad (6.58)$$

Из схемы на рисунке 6.6 следует, что возможны следующие варианты разбивки участка: 1) сбор копен из одного ряда АВ с укладкой стога в точке О; 2) сбор копен из двух рядов АВ и CD с укладкой стога в точке  $O_1$  и т.д.

При первом варианте разбивки участка радиус первого заезда:

$$L_1 = a_m,$$

а радиус последнего заезда, м

$$L_n = 0,5A.$$

Ширина участка  $A$  при каждом варианте разбивки определяется по следующему уравнению, м:

$$A = \frac{K}{m} a,$$

где  $m$  – количество рядов копен, подлежащих сбору в один стог или скирду.

Радиус среднего заезда определится как среднеарифметическая величина от радиусов первого и последнего заездов.

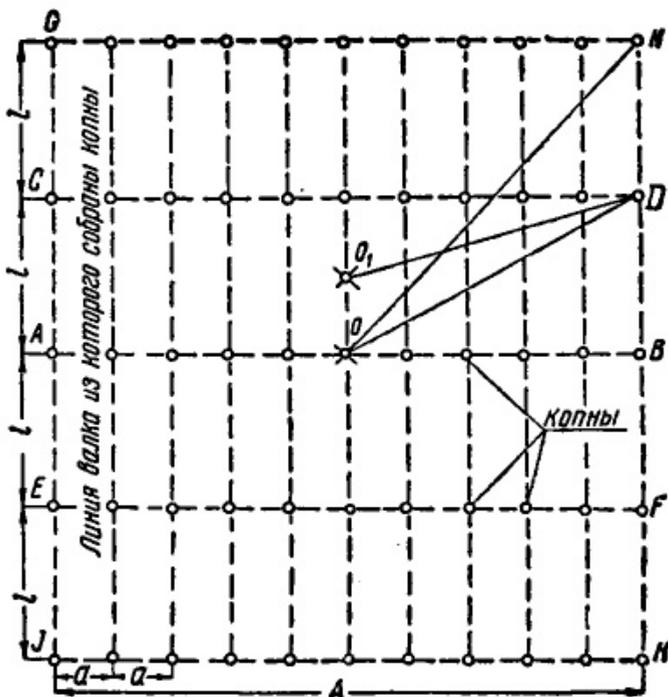


Рис. 6.6. Схема разбивки участка при транспортировке волокушей копен к стогу или скирде:

$a$  – расстояние между валками сена, из которых собраны копны;  
 $A$  – ширина участка;  $l$  – расстояние между копнами по линии валка

На рисунке 6.7 представлены графики изменения радиуса среднего заезда волокуши грузоподъемностью 700 кг при транспортировке копен к стогу весом 6 т в зависимости от способов разбивки участка на поле с урожайностью 15 ц сухого сена с гектара.

При работе на поле с меньшей урожайностью или при укладке большого стога при любом варианте разбивки участка радиус среднего заезда волокуши будет больше, а производительность меньше.

Следовательно, нормы выработки волокуши при транспортировке копен к месту укладки стогов или скирд должны устанавливаться дифференцированно, в зависимости от урожай-

ности трав, размера укладываемых стогов или скирд, веса копен и грузоподъемности волокуши, а также от возможной скорости движения агрегата.

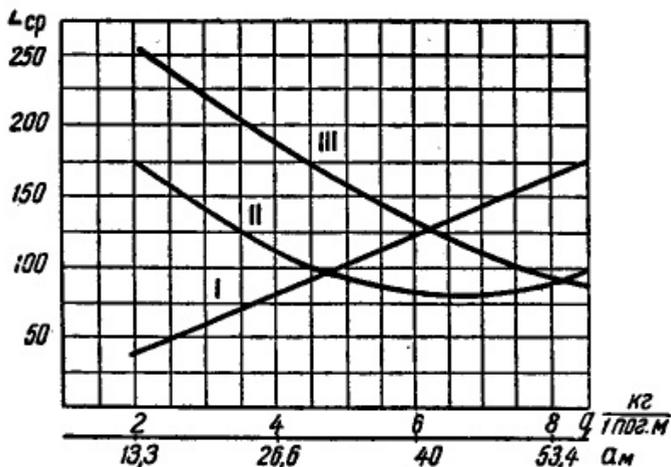


Рис. 6.7. График изменения радиуса среднего заезда волокуши:  
 I – при транспортировке из одного ряда; II – из двух;  
 III – из трех рядов

Для уменьшения потерь при укладке копен на волокушу, транспортировке и разгрузке необходимо как можно меньше ворошить и перетирать сено. Транспортировку сена следует производить при поднятой платформе волокуши; волочение и заминание сена недопустимо. При наличии потерь сена необходимо произвести подгребание.

При прессовании сена пресс-подборщиком агрегат движется челночным способом вдоль валков. Скорость пресс-подборщика определяется его производительностью и весом валка, км/ч:

$$V = \frac{Q}{q}, \tag{6.59}$$

где  $Q$  – производительность пресс-подборщика, т/ч;  
 $q$  – вес валка, кг/м.

После прохода пресс-подборщика копы оставляются на поле, а в последующем их подбирают тюкоподборщиками и погружают в транспортные средства или подают и укладывают тюки на транспорт во время работы агрегата.

Подвозят копны к местам скирдования волокушами. При этом разбивка участка и движение агрегата производятся с расчетом наименьшего радиуса заезда.

При известной урожайности трав  $U$ , весе стога или скирды  $G$  определяется площадь  $F$ , с которой необходимо собрать копны в один стог или скирду, га:

$$F = 10 \frac{G}{U}. \quad (6.60)$$

Количество копен  $k$ , которое необходимо перевезти к одному стогу или скирде, равно:

$$k = \frac{G}{Q}, \quad (6.61)$$

где  $Q$  – вес сена, перевозимого волокушей за один прием, т.

Ширина участка  $A$  (по каждому отдельному варианту разбивки поля), с которой должны быть свезены копны в один стог или скирду, определяется, м

$$A = \frac{ka}{m}, \quad (6.62)$$

где  $k$  – количество копен;

$m$  – количество рядков копен, подлежащих сбору в один стог;

$a$  – расстояние между рядками копен, м.

Производительность волокуши  $W$  при транспортировке копен зависит от веса перевозимых копен, скорости движения агрегата, времени на погрузку и разгрузку копен и величины радиуса среднего заезда, т/ч:

$$W = \frac{500QV_{cp}}{L_{cp} + 500tV_{cp}}, \quad (6.63)$$

где  $Q$  – вес сена, перевозимого волокушей за один прием, т;

$V_{cp}$  – средняя скорость движения агрегата, км/ч;

$t$  – время поднятия копны на волокушу и разгрузку ее, ч;

$L_{cp}$  – радиус среднего заезда агрегата на данном участке, м.

**Скирдование и стогование сена.** Для уменьшения потерь сена при хранении на открытом воздухе огромное значение имеет правильная укладка стогов и скирд. Диаметр стога у основания составляет обычно 4-4,5 м, а у верха – 5-5,5 м; высота стогов равна 6-7 м. Скирды у основания имеют форму прямоугольника с шириной 4-4,5 м и длиной 10-30 м; ширина скирды сверху, перед завершением, должна быть 5-5,5 м; высота скирды – 6-7 м. Уширение скирды и стога сверху делают, чтобы предотвратить увлажнение их атмосферными осадками. В этих же целях вершину стогов и скирд делают конусообразной со скатами.

Для укладки стога или скирды выбирают возвышенное место. Выбор способа укладки сена – в стог или скирду – производится в зависимости от местных условий. Во избежание порчи сена от дождя укладка стога или скирды должна быть закончена в один день.

Механизация работ по укладке скирд и стогов производится с помощью стогометателей. Укладку скирды начинают с закладки основания отдельными копнами.

Тракторный стогометатель захватывает копну весом до 500 кг, поднимает ее и укладывает на скирду. На стоге или скирде сено вручную разравнивают и уплотняют. После окончания укладки подгребают и собирают остатки сена и укладывают их на скирду или стог.

Производительность стогометателя выражается в тоннах уложенного сена в единицу времени (т/ч или т/смену) и может быть рассчитана по следующему уравнению, т/смену:

$$W_{cm} = 0,06 \frac{d_{cp}}{t_u} \tau T, \quad (6.64)$$

где  $d_{cp}$  – средний вес поднимаемой стогометателем за один прием порции сена, кг;

$t_u$  – время одного цикла работы стогометателя (время, затрачиваемое на взятие порции сена, подъем ее, укладку на стог и возвращение захватывающего механизма обратно), мин.;

$\tau$  – коэффициент использования времени смены, характеризующий затраты времени на простой стогометателя и на перевозку его с одного участка на другой;

$T$  – полное время смены, ч.

Качество скирдования или стогования сена определяется путем осмотра, при котором оценивают правильность формы и завершения скирд или стогов, а также плотность укладки сена.

Для определения объема сена, сложенного в скирду, измеряют ее ширину, длину и так называемую перекидку, а объем сена, сложенного в стог – длину окружности и перекидку (рис. 6.8).

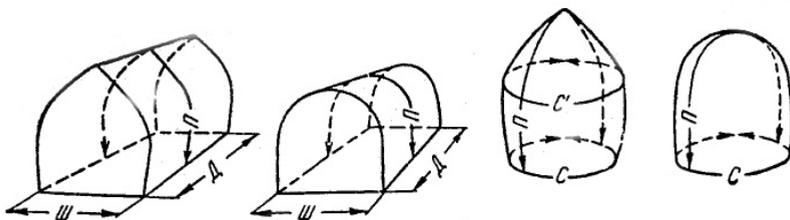


Рис. 6.8. Схема обмера скирд и стогов:

$\text{Ш}$  – ширина;  $\text{Д}$  – длина;  $\text{П}$  – перекидка;  $\text{С}$  – длина окружности

На основе этих замеров объем скирды определяется по формуле,  $\text{м}^3$

$$V_{\text{ск}} = \left( \frac{\text{П} + \text{Ш}}{4} \right)^2 \text{Д}, \quad (6.65)$$

где  $\text{П}$  – средняя длина перекидки, м;

$\text{Ш}$  – средняя ширина скирды, м;

$\text{Д}$  – длина скирды, м.

Объем стога вычисляют по формуле,  $\text{м}^3$

$$V_{\text{ст}} = \frac{C^2 \text{П}}{42}, \quad (6.66)$$

где  $\text{С}$  – средняя длина двух окружностей  $\text{С}$  и  $\text{С}'$ , замеренных по основанию и наибольшему диаметру стога, м.

Замеры выполняют не раньше чем через 5-6 дней после укладки скирды или стога. Объемный вес сена зависит от бота-

нического состава трав и времени, прошедшего от начала укладки скирды или стога (изменяется в пределах от 35 до 75 кг/м<sup>3</sup>).

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какими критериями руководствуются при выборе рациональной технологии уборки зерновых культур?
2. В чем сущность поточного процесса уборки?
3. Как определить рабочую скорость движения комбайна в зависимости от пропускной способности молотилки и урожая зерна?
4. Какую марку комбайна целесообразно выбрать для вашего хозяйства?
5. Каковы технологические основы уборки картофеля?
6. Какие агротехнические требования необходимо соблюдать при уборке картофеля?
7. Какие существуют способы уборки картофеля?
8. Какие машины используются при уборке картофеля?
9. Как обосновать рациональный режим работы картофелеуборочного комбайна?
10. В какие сроки следует убирать траву на сено?
11. Расскажите о способах уборки трав на сено.
12. Как определить количество заготовленного сена?

## ГЛАВА 7. ОСНОВЫ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУЗОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

### 7.1. Расчет классности перевозимых грузов

Все грузы, транспортируемые в сельском хозяйстве, разделены на три группы по следующим признакам: по характеру и упаковке, по объемному весу, по весу мест перевозимых грузов.

**По характеру и упаковке грузов.** Различают четыре категории грузов, применительно к которым устанавливается время простоя подвижного состава под погрузкой и разгрузкой.

К I категории относятся навалочные и сыпучие грузы, не требующие осторожности при погрузке и разгрузке, например, сухая земля, навоз.

Ко II категории относятся грузы, перевозимые в бочках, мешках, кулях. Из сельскохозяйственных грузов к этой категории относятся, например, насыпанные в мешки и кули зерно, семена трав, картофель, свекла, свежие овощи, сушеные грибы, перевозимые в бочках маринованные грибы, овощи, фрукты и т.п.

III категорию составляют грузы, упакованные в ящиках, корзинах, связках, а также многие навалочные грузы, например, перевозимые навалом зерновые и бобовые, упакованные в ящиках или перевозимые навалом картофель, свекла, свежие овощи и т.п.

К IV категории относятся грузы, требующие осторожности при перевозке и неудобные при погрузке и разгрузке, длиннономерные грузы, а также перевозимые в картонных коробах, жестяных банках и решетках, например, решетка с ягодами, фрукты, яйца, жидкость в стеклянной таре, сено, солома, непрессованный хлопок и т.п.

**По объемному весу грузов.** От объемного веса в большой степени зависит коэффициент использования грузоподъемности автомобиля. В зависимости от объемного веса устанавливается оплата за перевозку 1 т груза на определенные расстояния.

Классы грузов устанавливают на основании возможных коэффициентов использования грузоподъемности автомобиля  $\gamma$ , которые могут быть определены по уравнению

$$\gamma = \frac{A(h \pm h_1)\eta_0 U}{q}, \quad (7.1)$$

где  $A$  – площадь платформы автомобиля или прицепа,  $m^2$ ;

$h$  – возможная высота укладки груза,  $m$ ;

$h_1$  – расстояние от верхней кромки борта до верхнего слоя груза; при перевозке навалом свеклы, картофеля  $h_1 = 5 \div 10 \text{ см}$ ; при перевозке зерна с целью уменьшения потерь в результате выветривания,  $h_1 = 10 \div 15 \text{ см}$ ;

$U$  – объемный вес груза,  $t/m^3$  (табл. 7.1);

$q$  – грузоподъемность автомобиля,  $t$ ;

$\eta_0$  – коэффициент использования объема платформы.

Таблица 7.1

Объемный вес некоторых сельскохозяйственных грузов

Наименование груза	Объемный вес, $t/m^3$	Наименование груза	Объемный вес, $t/m^3$
Пшеница, рожь	0,65-0,8	Сено, солома: из копен из стогов прессованные	0,015-0,025 0,05-0,08 0,15-0,08
Кукуруза	0,7-0,82	Силосная масса: свежая слежавшаяся	0,45-0,5 0,65-0,7
Горох, просо	0,68-0,74	Комбикорм	0,5-0,77
Ячмень, гречиха	0,58-0,68	Навоз свежий перепревший	0,6-0,7 0,9-1,1
Подсолнечник, овес	0,4-0,5	Гравий, песок	1,5-1,9
Сахарная свекла (семена)	0,22-0,27	Удобрения минеральные	0,9-1,8
Картофель, яблоки	0,62-0,73		
Сахарная свекла (корнеплоды)	0,6-0,68		
Хлопок-сырец	0,42-0,48		

Для различных упаковок и схем укладки коэффициент  $\eta_0$  колеблется в следующих пределах:

ящики и кипы  $\eta_0 = 0,65 \div 0,95$ ;

мешки и кули  $\eta_0 = 0,90 \div 0,98$ ;

бочки и рулоны  $\eta_0 = 0,40 \div 0,70$  ;  
бревна, брусья, дрова  $\eta_0 = 0,70 \div 0,96$  ;  
класс 1  $\gamma = 1,0$  ;  
класс 2  $\gamma = 0,99 \div 0,71$  , среднее значение 0,8;  
класс 3  $\gamma = 0,70 \div 0,51$  , среднее значение 0,6;  
класс 4  $\gamma = 0,50$  и ниже, среднее значение 0,4.

## 7.2. Расчет объема процесса транспортировки грузов

Мобильные процессы аграрного производства органически связаны с транспортировкой (перемещением) грузов.

Транспортные средства доставляют топливо, смазочные материалы, удобрения, машины, агрегаты и их детали, стройматериалы от места производства к месту их использования. В обратном направлении транспортные средства обычно вывозят зерно, корне- и клубнеплоды, овощи, плоды, волокно, молоко, мясо, яйца и другие продукты сельского хозяйства.

На транспортные работы в сельском хозяйстве приходится около 30% всех затрат труда и свыше 40% затрат энергии. Доля транспортных расходов в себестоимости сельскохозяйственной продукции достигает 35-40%.

Различают следующие виды перевозок: внутриусадебные, внутрихозяйственные и внехозяйственные. Внутриусадебные и внутрихозяйственные перевозки служат для перемещения сырья, навоза, зеленой массы, корнеклубнеплодов, зерна, соломы, сена и т.д. в пределах усадьбы или хозяйства. Внехозяйственные перевозки предназначены для перемещения готовой продукции сельскохозяйственного производства (зерна, овощей, плодов, продуктов животноводства), а также горючего, машин, деталей, химикатов, строительных материалов и т.д. вне пределов хозяйства.

### *Объем транспортных работ при внесении удобрений в почву*

Количество удобрений, необходимое для внесения в почву, определяется из принятых севооборотов, культур, норм внесения удобрений и размеров засеваемых площадей.

Зная эти данные, можно подсчитать необходимое количество удобрений. Установив расстояние их перевозки, можно определить объем транспортных работ.

Объем работы, связанной с транспортировкой удобрений, определяется по уравнению

$$W_y = A_n(P_n S_2 + P_m S_B + P_m S_c), \quad (7.2)$$

где  $W_y$  – объем транспортных работ при вывозе удобрений на поля, т-км;

$A_n$  – общая пахотная площадь, га;

$P_n$  – средняя годовая норма внесения навоза, т/га;

$P_m$  – средняя годовая норма внесения минеральных удобрений, т/га;

$S_2$  – среднее расстояние вывозки навоза, км;

$S_B$  – расстояние от Сельхозснаба до склада минеральных удобрений на участке, км;

$S_c$  – среднее расстояние вывозки минеральных удобрений от склада до поля, км.

**Пример.** Рассчитать объем транспортных работ по вывозу удобрений на участок общей пахотной площадью  $A_n = 2450$  га. Средняя годовая норма внесения навоза  $P_n = 6,6$  т/га. Среднее расстояние вывозки навоза  $S_2 = 4$  км. Расстояние от Сельхозснаба до склада минеральных удобрений  $S_B = 32$  км. Среднее расстояние от склада минеральных удобрений до поля  $S_c = 5$  км. Норма внесения минеральных удобрений – 0,6 т/га.

$$W_y = 2450(6,6 \cdot 4,0 + 0,6 \cdot 32 + 0,6 \cdot 5) = 119070, \text{ т-км.}$$

#### *Объем транспортных работ при посеве*

Количество семян и посадочных материалов, а также объем транспортных работ, связанных с их перевозкой, определяется из уравнения

$$W_c = \sum \frac{A_{ПК} C S_{cp}}{1000}, \quad (7.3)$$

где  $W_c$  – объем транспортных работ по перевозке семян засеваемых культур, т-км;

$A_{ПК}$  – посевная площадь под определенной культурой, га;

$C$  – норма высева, кг/га;

$S_{cp}$  – среднее расстояние перевозки семян от зернохранилища до полей, км.

**Пример.** Полагая, что в хозяйстве в каждом поле высевается по 270 га, засевают рожь, пшеницу, овес, ячмень, гречиху, просо, горох, производят посадку картофеля и посев кукурузы исходя из норм высева: ржи – 150 кг/га, пшеницы – 200, картофеля – 2000, овса – 170, кукурузы – 30 кг/га.

Потребное количество семян ржи, т:

$$G_{cp} = 270 \cdot 150 = 40,5.$$

При перевозке на расстояние  $S_{cp} = 5$  км объем работ по перевозке семян ржи, т-км

$$W_{cp} = 40,5 \cdot 5 = 202,5.$$

Семян картофеля требуется, т

$$G_{c.k} = 270 \cdot 2000 = 540.$$

Объем транспортных работ при перевозке семян картофеля на расстояние 4 км будет равен, т-км

$$W_{c.k.} = 540 \cdot 4 = 2160.$$

Продолжая расчет подобным образом, определим необходимый объем работ при перевозке семян пшеницы – 324 т-км, гречихи и проса – 44,5, овса, ячменя, гороха – 206,5, кукурузы – 71,4 т-км.

Сумма работ при перевозке семян на все участки даст полный объем транспортных работ агропредприятия при посеве.

### *Объем транспортных работ при уборке урожая*

Уборка урожая является наиболее напряженным периодом в работе транспорта. В короткие сроки уборки должно быть перевезено огромное количество грузов. Значительная часть этих продуктов перевозится на сравнительно большие расстояния до ближайших приемных пунктов. В зависимости от организации уборки урожай может свозиться на тока, где подвергается дополнительной обработке, а затем перевозится на приемные пункты. Правильнее было бы сдавать зерно заготовительным пунктам прямо с поля, минуя ток, но это возможно только в том

случае, если зерно при уборке получается высокой кондиции, удовлетворяющей требованиям заготовительных организаций.

Учитывая урожайность, способ организации уборки и расстояние перевозок, определяют объем транспортных работ в период уборки при окончательной обработке зерна на току по уравнению

$$W_{yp} = A_{ПК} q_K S_T + G S_1 + (A_{ПК} q_K - G) S_{II}. \quad (7.4)$$

При отправке продуктов с поля на заготовительный пункт – по уравнению:

$$W'_{yp} = G S_1 + (A_{ПК} q_K - G) S_{II}, \quad (7.5)$$

где  $W_{yp}$  и  $W'_{yp}$  – объем работ по вывозке урожая, т-км;

$A_{ПК}$  – площадь под определенной культурой, га;

$q_K$  – средняя урожайность данной культуры, т/га;

$S_T$  – расстояние от полей до тока, км;

$G$  – количество продуктов, сдаваемых государству, т;

$S_I$  – расстояние перевозки сдаваемых продуктов до приемных пунктов, км;

$S_{II}$  – расстояние от тока до центра агрофирмы, км.

Результаты числового расчета объема транспортных работ по перевозке урожая приведены в таблице 7.2.

Большой объем транспортных работ связан также с уборкой соломы. Ее количество составляет около 150-200% от веса собранного урожая зерна. В большинстве случаев в период уборки солома скирдует. Перевозка ее на усадьбу и фермы планируется в зависимости от наличия свободного транспорта. Расчет объема транспортных работ, связанных с перевозкой соломы пшеницы и ржи, примерно можно определить по уравнению

$$W_{ycl} = 2 \cdot A_{ПК} q_K S_c, \quad (7.6)$$

где  $S_c$  – среднее расстояние перевозки соломы, км.

Транспортные работы, связанные со скирдованием соломы, могут быть учтены некоторым коэффициентом, увеличивающим объем транспортных работ по перевозке соломы и половы.

Таблица 7.2  
Примерный расчет объема транспортных работ при уборке урожая агропредприятия

Наименование культуры	Площадь под посевами $A_{пк}$ , га	Урожайность $q_k$ , ц/га	Общее количество урожая $A_{пк}q_k$ , т	Количество продуктов, сданных государству $G$ , т	Количество продуктов, перевезенных на усадьбу $G_p = A_{пк}q_k - G$	Среднее расстояние			Объем транспортных работ, т-км			
						от поля до тока $S_T$	от тока или поля до приемного пункта $S_I$	от тока или поля до усадьбы $S_{пк}$	от поля до тока ( $A_{пк}q_k S_T$ )	от тока или поля до приемного пункта $G S_I$	от поля или тока до усадьбы ( $A_{пк}q_k - G S_{пк}$ )	всего $W$ , т-км
Рожь	270	20	540	432	108	3	30	3	1620	12960	324	14904
Пшеница озимая	270	25	675	540	135	4	30	3	2700	16200	405	19305
Кукуруза (на силос)	270	300	8100	-	8100	-	-	6	-	-	48600	48600
Картофель	270	200	5400	4320	1080	-	40	5	-	172800	5400	172800
Гречиха	100	15	150	120	30	5	30	3	750	3600	90	4400
Просо	100	20	200	160	40	5	30	3	1000	4800	120	5920
Кукуруза (зеленый корм)	70	300	2100	-	2100	-	-	7	-	-	14700	14700
Ячмень	130	15	195	-	195	7	-	4	1365	-	780	2145
Овес	120	15	180	125	55	7	30	4	1260	3750	220	5330
Горох	20	20	40	32	8	7	30	4	280	960	32	1272

При травопольном севообороте кроме зерновых культур и корнеплодов собирают большое количество сена с посевных площадей, находящихся под травами. При наличии луговых угодий хозяйство должно убирать определенное количество лугового сена, что также связано с большим объемом транспортных работ.

Транспортные работы при перевозке сена с полей в период косовицы определяются по уравнению

$$W_{к1} = vA_T\sigma S_{ск} + (1 - \sigma)A_TvS_{ср}, \quad (7.7)$$

где  $W_{к1}$  – объем транспортных работ при перевозке сена с полей, засеянных травами, т-км;

$v$  – урожайность трав на полях, т/га;

$\sigma$  – часть заскирдованного сена;

$A_T$  – площадь, засеянная травами, га;

$S_{ск}$  – среднее расстояние перевозки сена при скирдовании, км;

$S_{ср}$  – среднее расстояние перевозки сена на фермы, км.

Кроме этого, заскирдованное сено перевозится на фермы.

Транспортные работы  $W_{к2}$ , связанные с перевозкой заскирдованного сена на фермы, определяются уравнением

$$W_{к2} = vA_T\sigma S'_ф, \quad (7.8)$$

где  $S'_ф$  – расстояние от стогов до фермы, км.

Кроме сена, убираемого с полей, в агропредприятиях могут быть луговые угодья. Транспортные работы при скирдовании и перевозке сена в период косовицы могут быть подсчитаны по уравнениям, аналогичным вышеприведенным.

### *Расчет объема транспортных работ при перевозке кормов*

Потребное количество кормов исчисляется в зависимости от поголовья скота и среднегодовых норм расхода кормов на голову скота.

Объем транспортных работ может быть подсчитан по уравнению

$$W_{корм} = S_a G_{зр.к} + S_b G_{ск} + S_c G_{конц} + S_d G_{фа} \quad (7.9)$$

или

$$W_{\text{корм}} = S_a(La_a + Pa_p + Ca_c + Oa_o) + S_b(Lb_b + Pb_p + Cb_c + Ob_o) + S_c(Lc_c + Pc_p + Cc_c + Oc_o) + S_d(Ld_d + Pd_p + Cd_c + Od_o), \quad (7.10)$$

где  $L$  – число лошадей в хозяйстве;

$P$  – поголовье крупного рогатого скота;

$C$  – поголовье свиней;

$O$  – поголовье овец;

$a_p, a_p, a_c, a_o$  – годовая потребность грубых кормов на голову скота, кг;

$b_p, b_p, b_c, b_o$  – годовая потребность сочных кормов на голову скота, кг;

$c_p, c_p, c_c, c_o$  – годовая потребность концентратов на голову скота, кг;

$d_p, d_p, d_c, d_o$  – годовая потребность зерна на голову скота, кг;

$S_a, S_b, S_c, S_d$  – среднее расстояние перевозки соответственно грубых, сочных кормов, концентратов, фуражного зерна.

**Пример.** Определить потребное количество кормов и объем транспортных работ для их перевозки, если хозяйство имеет 50 лошадей, 300 голов крупного рогатого скота, 400 свиней и 800 овец. Расстояние перевозки грубых кормов  $S_a = 5$  км, сочных кормов  $S_b = 4$  км, концентратов  $S_c = 30$  км и фуражного зерна  $S_d = 3$  км. Средняя норма расхода кормов на одну голову скота в данном хозяйстве указана в таблице 7.3.

Таблица 7.3

Средняя норма расхода кормов

Виды кормов	Годовая норма расхода кормов на одну голову, т			
	лошади	КРС	свиньи	овцы
Грубые корма (сено, солома, мякина)	2,2	2,4	0,07	0,60
Сочные корма (силос, корнеплоды)	0,8	7,0	1,50	1,00
Концентраты (жмых, отруби)	0,2	0,3	0,10	0,10
Фуражное зерно	0,7	0,4	0,24	-

Потребное количество грубых кормов, т:

$$G_{\text{гр.к}} = 50 \cdot 2,2 + 300 \cdot 2,4 + 400 \cdot 0,07 + 800 \cdot 0,6 = 1338;$$

объем транспортных работ для их перевозки, т-км:

$$W_{гр.к} = 1338 \cdot 5 = 7690.$$

Потребное количество сочных кормов, т:

$$G_{с.к} = 50 \cdot 0,8 + 300 \cdot 7,0 + 400 \cdot 1,5 + 800 \cdot 1,0 = 3540;$$

объем транспортных работ для их перевозки, т-км:

$$W_{с.к} = 3540 \cdot 4 = 14160.$$

Потребное количество концентратов, т:

$$G_{конц} = 50 \cdot 0,2 + 300 \cdot 0,3 + 400 \cdot 0,1 + 800 \cdot 0,1 = 220;$$

объем транспортных работ их перевозки, т-км:

$$W_{конц} = 220 \cdot 30 = 6600.$$

Необходимое количество фуражного зерна, т:

$$G_{фа} = 50 \cdot 0,7 + 300 \cdot 0,4 + 400 \cdot 0,24 = 251;$$

объем транспортных работ для его перевозки, т-км:

$$W_{фа} = 3 \cdot 251 = 753.$$

Полный объем транспортных работ, т-км:

$$W_{корм} = W_{гр.к} + W_{с.к} + W_{конц} + W_{фа} = 29173.$$

### *Расчет объема транспортных работ при перевозке топливно-смазочных материалов*

В сельскохозяйственном производстве применяются следующие формы организации нефтехозяйства.

1. Нефтепродукты доставляют с базы нефтесбыта на центральный склад хозяйства, откуда их перевозят в хранилища отделений, а затем бригад, по мере надобности их доставляют из бригад к работающим в поле тракторам. Такая форма организации требует большого количества перевалочных баз и транспортных средств, что приводит к увеличению потерь нефтепродуктов и затрат на их перевозку. Ее применяют, когда состояние дорог неудовлетворительное и значительное расстояние перевозок.

2. Нефтепродукты доставляют с базы нефтесбыта на центральный нефтесклад хозяйства, откуда их перевозят только на нефтехранилище отделения, а затем по потребности доставляют к тракторам, работающим в поле. При такой форме организации, по сравнению с предыдущей, требуется меньше транспорт-

ных средств для заправки нефтепродуктами тракторов и комбайнов на месте их работы.

3. Нефтепродукты доставляют с базы нефтесбыта на центральный нефтесклад хозяйства, откуда их перевозят к работающим тракторам. Такая форма организации значительно снижает затраты на доставку 1 т нефтепродуктов, сокращает число переливаний и потерь. Применение такой формы организации целесообразно при четкой организации снабжения нефтепродуктами, хорошо налаженной работе транспортных средств и благоприятных дорожных условиях. В хозяйствах с возможными неблагоприятными дорожными условиями необходимо создавать на станах тракторных бригад запас нефтепродуктов на те случаи, когда затрудняется доставка их в бригады. Запас нефтепродуктов в бригаде зависит от длительности неблагоприятных дорожных условий и от ежедневного расхода на работу машинно-тракторного парка.

4. Нефтепродукты доставляют с базы нефтесбыта в нефтехранилища отделения, откуда специальные заправщики перевозят нефтепродукты к тракторам. В этом случае отпадает необходимость в центральном нефтескладе хозяйства и нефтехранилище бригады, что способствует снижению стоимости перевозки 1 т нефтепродуктов. При этом отделения должны быть укомплектованы необходимым заправочным оборудованием. Эта форма организации целесообразна, когда состояние дорог позволяет доставить нефтепродукты на отделения в любое время года.

5. Нефтепродукты доставляют с базы нефтесбыта на нефтехранилище бригады, где организуется стационарная заправка. Стационарную заправку, как правило, проводят, когда тракторы работают на расстоянии менее 2 км от полевого стана бригады.

Различают следующие основные сезоны полевых и других сельскохозяйственных работ: весенне-летний (посевные работы, междурядная обработка, уборка трав); летне-осенний (уборка силосных культур, зерновых и технических культур, картофеля и овощей, вспашка зяби, вывозка кормовых к фермам, поставка зерна и овощей государству); осенне-зимний (вывозка кормов, строительных материалов, снегозадержание, вывозка удобрений минеральных – склады, органических – на поля; вывозка топлива и смазочных материалов для весенних работ).

Соответственно этим периодам запасают топливо и смазочные материалы для тракторов, комбайнов, грузовых автомобилей. Расход топлива на год и по сезонам может быть рассчитан несколькими способами по формулам, т

$$Q_{ГТ} = \frac{\sum \Omega_{УП} \cdot \Theta_{УП}}{1000}, \quad (7.11)$$

$$Q_{ГТ} = \sum_{i=1}^{i=2} \frac{F_i \cdot \Theta_i}{1000}, \quad (7.12)$$

где  $Q_{ГТ}$  – годовой (сезонный) расход топлива на предприятие (бригаду, отделение), т;

$\sum \Omega_{УП}$  – объем всех тракторных и механизированных работ, у.э.га;

$\Theta_{УП}$ ,  $\Theta_i$  – расход топлива, кг/у.э.га условной пахоты (или на 1 га данного вида работ);

$F_i$  – общая площадь обработки вида  $i$  в физических га.

Наиболее точен способ расчета по формуле (7.12). Емкость тары для хранения запаса топлива данного вида на планируемый период определяют по формуле,  $m^3$

$$V_H = \frac{\varepsilon \sum Q_{ГТ}}{\gamma}, \quad (7.13)$$

где  $V_H$  – емкость нефтебазы по топливу,  $m^3$ ;

$\gamma$  – удельный вес топлива дизельного 0,86 т/ $m^3$ , бензина – 0,75 т/ $m^3$ ;

$\varepsilon$  – доля от годового запаса топлива на данный сезон; ее величина колеблется в пределах от 0,05 до 1,0, в зависимости от условий завоза нефтепродуктов.

Цистерны слишком больших емкостей устанавливать не следует, так как каждый вид топлива должен храниться в 2-3 цистернах, причем каждая из них должна служить резервом для другой на случай ремонта, отстоя, контроля топлива.

Объем тары для смазочных материалов принимают равным 10% объема запасов топлива.

Часть топлива расходуется на проведение технического обслуживания и ремонта, на промывку узлов и деталей, на обкатку тракторов. Для учета этих дополнительных расходов топлива следует количество основного топлива увеличивать в сред-

нем на 15%. Тогда объем транспортных работ по вывозке топлива может быть определен по формуле

$$W_T = 1,15 Q_{ГТ} \cdot S_{П},$$

где  $S_{П}$  – расстояние перевозок, км.

Количество топлива  $Q_a$ , расходуемого автомобилями при выполнении транспортных работ, может быть подсчитано, если известны марки автомобилей, работающих в хозяйстве, объем работ и планируемый пробег, выполняемый ими, нормы расхода топлива и смазочных материалов по уравнению

$$Q_a = \frac{S_a Q_n}{100}, \quad (7.14)$$

где  $Q_n$  – количество горючего, расходуемого на выполнение транспортных работ, производимых автомобилями и связанных с сельскохозяйственным производством, л;

$S_a$  – планируемый пробег при выполнении транспортных работ автомобилями, км;

$Q_n$  – нормы расхода горючего на 100 км пробега, л.

Для перевода литров в килограммы следует полученное количество умножить на объемный вес, кг, т.е.

$$Q_k = Q_n \gamma_T, \quad (7.15)$$

где  $\gamma_T$  – объемный вес топлива.

### 7.3. Расчет производительности транспортного средства

Автомобили в редких случаях движутся с максимальными скоростями, которые они могут развивать по своим динамическим качествам. Скорость движения в большинстве случаев ограничивается состоянием дороги и условиями движения и, как правило, значительно ниже теоретической скорости, полученной из динамической характеристики. Поэтому для расчета перевозок автомобильным транспортом большое значение имеет техническая скорость  $v_T$ , определяемая по уравнению

$$v_T = \frac{S}{t_D}, \quad (7.16)$$

где  $S$  – пройденное расстояние, км;

$t_D$  – действительное время движения, ч.

В этом случае не учитывается время, которое идет на погрузку и разгрузку машины, а также на оформление документов и другие возможные простои автомобиля.

Эксплуатационная скорость  $v_3$  может быть выражена уравнением

$$v_3 = \frac{S_0}{t_n} = \frac{S_0}{\frac{S_0}{v_T} + t_{II} + t_B + t_{III}}, \quad (7.17)$$

где  $S_0$  – общая длина пробега, км.

Производительность автомобиля в тонно-километрах может быть определена путем умножения перевозимого груза на пройденное с грузом расстояние, т.е.

$$Q_a = \gamma q S_G, \quad (7.18)$$

где  $Q_a$  – производительность автомобиля за одну груженую езду, т-км;

$\gamma$  – коэффициент использования грузоподъемности автомобиля:

$$\gamma = \frac{G_{III}}{q}. \quad (7.19)$$

Исходя из объемного веса перевозимого груза коэффициент  $\gamma$  может быть выражен уравнением

$$\gamma = \frac{Ah\gamma_0\eta_0}{q}, \quad (7.20)$$

где  $G_{III}$  – перевозимый груз, т;

$q$  – номинальная грузоподъемность, т;

$S_G$  – расстояние, на которое перевезен груз, км;

$A$  – площадь платформы кузова, м<sup>2</sup>;

$h$  – высота укладки груза, м;

$\gamma_0$  – объемный вес груза, т/м<sup>3</sup>;

$\eta_0$  – коэффициент использования объема платформы.

В сельском хозяйстве коэффициент  $\gamma$  играет особенно важную роль, так как объемный вес перевозимых грузов колеблется в очень широких пределах.

Количество груза, которое должно быть перевезено, зависит от многих факторов и выражается в тоннах. Работа же

транспорта зависит не только от количества груза, но и от расстояний, на которые он перевозится. Поэтому производительность транспорта определяется не количеством тонн перевезенного груза, а работой, выполненной автомобилем, выраженной в тонно-километрах.

Количество груженых ездов за рабочий день  $z_{\Gamma}$  может быть определено как отношение рабочего времени  $t_n$  ко времени  $t_p$ , затраченному на один рейс.

Время пробега одного рейса:

$$t_p = \frac{S_{\Gamma}}{v_T \beta} + t_{\Pi} + t_B + t_{\text{ПП}};$$

$$z_{\Gamma} = \frac{t_n}{t_p} = \frac{t_n}{\frac{S_{\Gamma}}{v_T \beta} + t_{\Pi} + t_B + t_{\text{ПП}}} \quad (7.21)$$

или

$$z_{\Gamma} = \frac{t_n v_T \beta}{S_{\Gamma} + v_T \beta (t_{\Pi} + t_B + t_{\text{ПП}})},$$

так как  $S_0 = \frac{S_{\Gamma}}{\beta}$ .

Количество груженых ездов  $z_{\Gamma}$ , определенных по приведенным выше уравнениям, может оказаться дробной величиной. В этом случае полученную величину  $z_{\Gamma}$  округляют до целого значения. При срочных перевозках  $z_{\Gamma}$  округляют до большего значения. В этом случае будет необходимо или увеличить скорость движения и уменьшить потерю времени на простои, или же увеличивать время работы  $t_n$ . Если же перевозки не являются срочными, величина  $z_{\Gamma}$  может быть округлена до меньшего значения. Время работы, необходимое на выполнение принятых груженых ездов, может быть подсчитано по уравнению

$$t_n = \frac{z_{\Gamma} [S_{\Gamma} + v_T \beta (t_{\Pi} + t_B + t_{\text{ПП}})]}{v_T \beta}. \quad (7.22)$$

Исходя из этого времени может быть определена необходимость увеличения или уменьшения времени  $t_n$  по сравнению с первоначально планируемым.

Количество перевезенного одним автомобилем груза на данном участке за рабочий день выражается уравнением, т/день

$$G_a = z_{\Gamma} \gamma q = \frac{t_n v_{\Gamma} \gamma q \beta}{S_{\Gamma} + v_T \beta (t_{\Pi} + t_B + t_{\Pi\Pi})}. \quad (7.23)$$

Количество работы, выраженной в тонно-километрах на данном участке, составляет

$$Q_a = G_a S_{\Gamma} = \frac{t_n v_T \gamma q S_{\Gamma} \beta}{S_{\Gamma} + v_T \beta (t_{\Pi} + t_B + t_{\Pi\Pi})}. \quad (7.24)$$

При работе автомобиля на различных участках производительность определится суммой выполненных работ:

$$Q_a = \frac{t_n v_T \gamma q l_{\Gamma} \beta}{l_{\Gamma} + v_T \beta (t_{\Pi} + t_B + t_{\Pi\Pi})}, \quad (7.25)$$

где  $l_{\Gamma}$  – средняя длина груженой ездки, км.

Из уравнения (7.25) следует, что производительность автомобиля может быть повышена путем удлинения рабочего времени (что часто применяется в период уборочной компании), увеличения коэффициента использования грузоподъемности  $\gamma$  и повышения коэффициента использования пробега  $\beta$ , а также уменьшения времени на погрузочно-разгрузочные работы и другие простои.

Время, затрачиваемое на погрузочно-разгрузочные работы, особенно сильно влияет на производительность автомобильного транспорта при перевозках на небольшие расстояния.

Из уравнения времени, затрачиваемого на один рейс,

$$t_p = \frac{S_{\Gamma}}{v_T \beta} + t_{\Pi} + t_B + t_{\Pi\Pi}, \quad (7.26)$$

найдем удельный вес простоя, который может быть определен коэффициентом  $\varepsilon$ . Пренебрегая потерями  $t_{\Pi\Pi}$ , можно написать

$$\varepsilon = \frac{t_{\Pi} + t_B}{t_p} = \frac{(t_{\Pi} + t_B) v_T \beta}{S_{\Gamma} + (t_{\Pi} + t_B) v_T \beta}. \quad (7.27)$$

Из рисунка 7.1 следует, что при ручном способе погрузки и разгрузки, при длине ездки 5 км, время простоя под пог-

рузочно-разгрузочными операциями достигает 77% от рабочего времени, тогда как при механической погрузке и разгрузке время простоя сокращается до 40%. При более дальних пробегах коэффициент  $\epsilon$  падает. На рисунке 7.1 б показано изменение производительности 4-тонного грузового автомобиля в зависимости от времени погрузочно-разгрузочных работ и расстояния перевозок.

Нормы времени в минутах, затрачиваемого на погрузочно-разгрузочные работы, приведены в таблице 7.4.

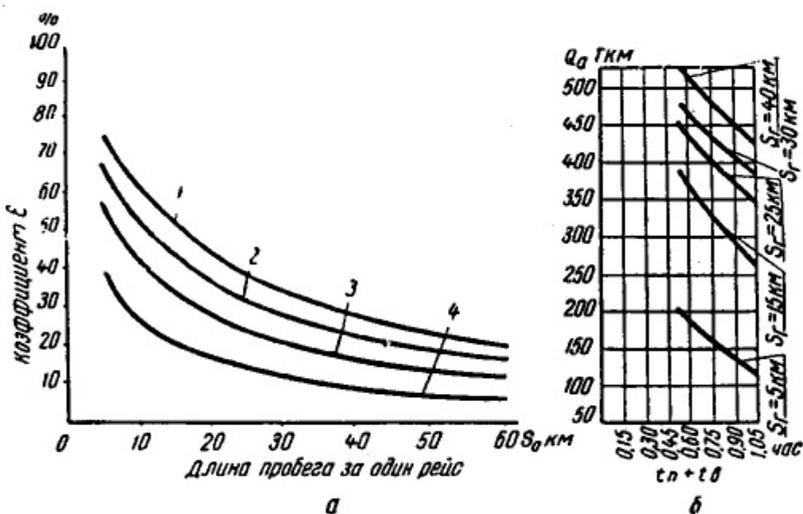


Рис. 7.1. Время, затрачиваемое на погрузочно-разгрузочные работы и производительность транспорта в зависимости от расстояния перевозок:

- а – влияние расстояния перевозок на процент времени  $\epsilon$  простоя транспорта под погрузкой  $t_n$ , выгрузкой  $t_v$  по отношению ко всему времени  $t_p$ , затраченному на рейс; 1 – при ручной погрузке и разгрузке; 2 – при ручной погрузке и механической разгрузке; 3 – при механической погрузке и ручной разгрузке; 4 – при механической погрузке и разгрузке, б – влияние времени, затрачиваемого на погрузку  $t_n$  и выгрузку  $t_v$ , а также расстояния перевозки на производительность автомашины

## Нормы времени, мин.

Грузоподъемность автомобиля или автопоезда, т	Способ производства погрузочно-разгрузочных работ			
	немеханизи- рованный		механизированный на одну операцию погрузки или разгрузки	
	погрузка	разгрузка	навалочные грузы, легко отделяющиеся от кузова автомобиля	прочие грузы (полувязкие, вязкие, штучные, пакеты и контейнеры, кроме ж.-д. контейнеров)
До 1,5	20	15	5	7
1,5-2,5	25	15	5	7
2,5-4,0	25	20	6	8
4-7,0	35	25	7	9
Свыше 7	40	30	8	10

На рисунке 7.2 дан график производительности автомобиля в зависимости от коэффициента  $\beta$  использования пробега автомобиля и расстояния перевозок. При коэффициенте использования пробега 0,5 и при дальности перевозок  $S_r = 5$  км, производительность составляет 150 т-км, в то время как при этом же коэффициенте  $\beta$ , но при расстоянии перевозок  $S_r = 40$  км производительность достигает 230 т-км, т.е. увеличивается примерно на 53%. При коэффициенте  $\beta = 0,9$  производительность  $Q_a$  при  $S_r = 5$  км за 12 ч будет равно примерно 180 т-км, в то время как при  $S_r = 40$  км производительность достигает 460 т-км, т.е. увеличивается более чем в 4 раза.

Производительность транспортного средства будет расти прямо пропорционально увеличению продолжительности рабочего дня, грузоподъемности автомобиля, коэффициенту использования грузоподъемности.

Кроме влияния эксплуатационных факторов на производительность автомобиля, имеют значение и дорожные условия. От покрытия и состояния дороги зависит техническая скорость движения. Грузоподъемность автомобилей на проселочных дорогах может быть снижена.

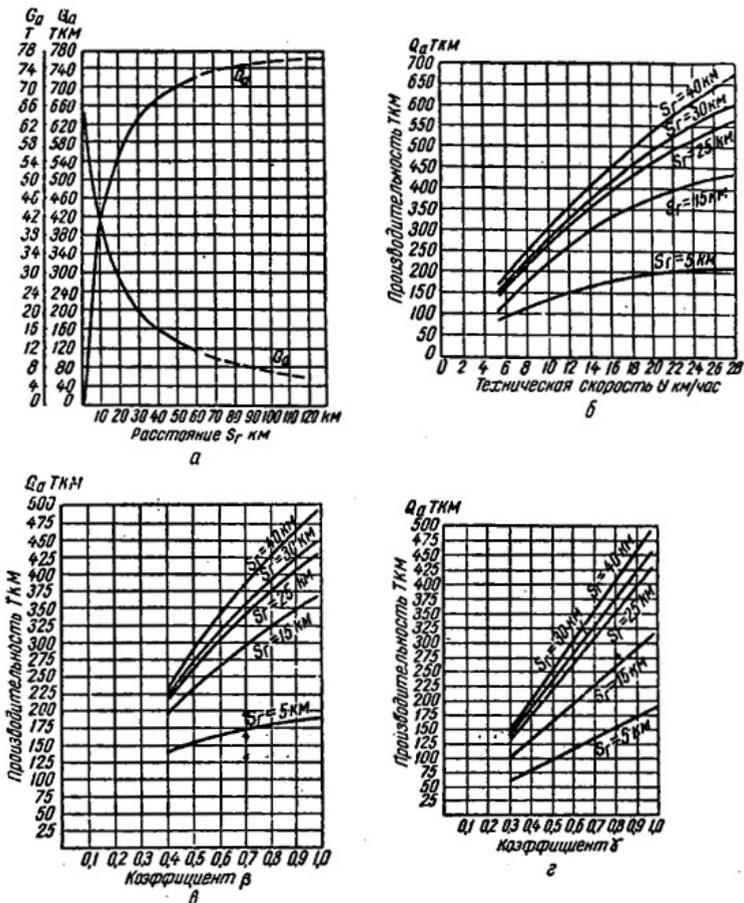


Рис. 7.2. Влияние различных факторов на производительность автомобиля:  
 а – расстояние перевозки  $S_r$ ; б – средняя техническая скорость  $v_t$ ;  
 в – коэффициент  $\beta$ ; г – коэффициент  $\gamma$

### Использование автомобилей с прицепами

Работа автомобилей с прицепами дает возможность увеличить грузоподъемность и при определенных условиях – производительность автотранспорта. Особенно это важно в условиях сельского хозяйства, где приходится транспортировать грузы

с большими колебаниями объемного веса, что иногда приводит к работе с низким коэффициентом  $\gamma$ .

Кроме того, сезонность работ вызывает необходимость перевозок большого количества грузов в определенные сжатые сроки, в то время как в остальное время года перевозки в несколько раз уменьшаются. При достаточном количестве прицепов возможно выполнение погрузочно-разгрузочных операций без задержки автомобиля, что при работе на коротких расстояниях может значительно увеличить его производительность.

Допустимый вес автоприцепов  $G_{np}$  может быть определен по уравнению

$$G_{np} = \frac{P_k - P_w - G_a (\cos \alpha f_{TP} + \sin \alpha + \frac{\delta_a}{g} i_a)}{\cos \alpha f_{TP} + \sin \alpha + \frac{\delta_{II}}{g} i_a}, \quad (7.28)$$

где  $P_k$  – касательная сила тяги, которую может развивать автомобиль, кг;

$G_a$  – вес автомобиля, кг;

$\alpha$  – угол подъема дороги, °;

$\delta_a$  – коэффициент влияния вращающихся масс автомобиля;

$f_{TP}$  – коэффициент сопротивления качению при трогании с места;

$P_w$  – сопротивление воздуха, кг;

$i_a$  – ускорение автомобиля;

$\delta_{II}$  – коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс прицепа.

На подъемах, на которых обычно работают автомобили,  $\cos \alpha \cong 1$ , коэффициент  $\delta_{II}$  также близок к единице, и можно принять, что  $\delta_{II} = 1$ .

Максимальное значение  $P_k$  лимитируется сцеплением с почвой и может быть определено из уравнения

$$P_{k, \max} = G_2 m_2 \varphi, \quad (7.29)$$

где  $G_2$  – вес, приходящийся на задние колеса, в спокойном состоянии на горизонтали;

$m_2$  – коэффициент перераспределения веса при движении;  
 $m_2 = 1, 1-1, 2$ ;

$\varphi$  – коэффициент сцепления с почвой.

Допустимый вес прицепа может быть определен исходя из максимального значения  $P_{к.макс}$  по сцеплению с почвой:

$$G_{np} = \frac{G_2 m_2 \varphi - G_a \left( f_{TP} + \sin \alpha + \frac{\delta_a}{g} i_a \right) - P_w}{f_{TP} + \sin \alpha + \frac{\delta_{II}}{g} i_a}.$$

$f_{TP}$  примерно в  $1^{1/2}$  раза больше, чем коэффициент сопротивления  $f$  при качении при тех же дорожных условиях, т.е.  $f_{TP} = 1,5f$ . При трогании  $P_w$  может быть принята равной нулю.

#### 7.4. Расчет количества транспортных средств

Прежде чем определить количество автомобилей, необходимо выбрать их типы и марки для работы в хозяйстве. При выборе марок автомобилей решающее значение имеют их производительность в условиях эксплуатации, присущих данному хозяйству, вид и род перевозимых грузов, дорожные условия и предполагаемая организация перевозок, способы погрузочно-разгрузочных работ и возможность увязки производительности и емкости кузова автомашины, возможность высоких коэффициентов использования грузоподъемности.

Вопрос о целесообразности применения того или иного вида транспорта может быть решен путем расчета и сравнения производительности и себестоимости перевозок в конкретных производственных условиях.

Необходимое количество машин определяют исходя из объема транспортных работ, предназначенных для выполнения этими машинами, а также их производительности при работе в условиях данного хозяйства.

Количество автомобилей  $N_p$ , необходимое для выполнения транспортных работ, может быть определено из уравнения:

$$N_p = \frac{w_a}{Q_a}, \quad (7.31)$$

где  $w_a$  – ежедневный объем транспортных работ, предназначенных для выполнения автомобилями, т-км.

Или

$$N_p = \frac{w_a [l_{\Gamma} + v_T \beta (t_{II} + t_B + t_{III})]}{t_n v_T \gamma q l_{\Gamma} \beta},$$

так как  $Q_a$  – дневная производительность автомобиля при условиях работы в данном хозяйстве, определяемая из уравнения, т-км:

$$Q_a = \frac{t_n v_T \gamma q l_{\Gamma} \beta}{l_{\Gamma} + v_T \beta (t_{II} + t_B + t_{III})}. \quad (7.32)$$

Имея в виду, что часть автомобилей может находиться в ремонте или на техобслуживании, количество машин в хозяйстве должно быть несколько больше, чем получено по расчету. Необходимое количество автомобилей в хозяйстве определится, если принять коэффициент  $\alpha_T$  технической готовности парка.

Тогда

$$N_c = \frac{N_p}{\alpha_T}, \quad (7.33)$$

где  $N_c$  – списочное количество автомобилей в хозяйстве; обычно принимают  $\alpha_T = 85\%$ .

Поточное выполнение работ возможно, если между операциями, входящими в комплекс, нет биологического разрыва во времени.

Рассматривая общую схему поточного производства при уборке зерновых, можно выделить 2 линии: зерновую и незерновую части урожая (солома, солова). В свою очередь, каждая линия складывается из отдельных звеньев. Например, в зерновой: комбайн – транспортное средство – бункер – накопитель – транспортное средство – зерноочистительное средство на току – транспортное средство от зернотока до зерносклада или элеватора. Условием обеспечения поточного производства должно

быть равенство производительности по всем звеньям комплекса, выраженное либо в единицах площади, га, либо в единицах массы, ц, т:

$$W_r \cdot n \cdot T = W_{r_1} n_1 T_1 = W_{r_2} n_2 T_{2...} = W_{r_n} n_n T_n, \quad (7.34)$$

где  $W_r$  – часовая производительность агрегатов по звеньям (в поточной линии);

$n$  – число агрегатов или транспортных единиц (индексы 1, 2, 3... $n$  означают группы однотипных машин в звеньях).

Выгрузка зерна на ходу дает большую экономию времени, что повышает производительность комбайнов.

В зависимости от урожайности бункер комбайна загружается через 15-20 минут. Следовательно, через такие короткие промежутки времени приходилось бы останавливать комбайн для выгрузки зерна. Время, затрачиваемое на выгрузку зерна из бункера комбайна, колеблется от 5 до 10 минут, а иногда доходит и до 15 минут.

Таким образом, от 20 до 40% рабочего времени может пойти на остановки для выгрузки зерна. При производительности комбайна в час около 2 га, если не применять выгрузку зерна на ходу, то ежедневно комбайн будет убирать на 3-6 га меньше.

Зерно из бункера на ходу выгружают в кузов автомобиля или тракторную тележку, которые подводят под рукав выгрузного шнека или лоток.

Для разгрузки бункеров комбайнов и вывозки зерна применяются автомобили различных марок и тракторные прицепы в агрегате со скоростными колесными тракторами. Определение и выбор необходимых рациональных транспортных средств для перевозки зерна от комбайнов на пункты обработки производят по их производительности и прямым эксплуатационным затратам на тонну груза.

Сменную и суточную производительность  $W_{mp}$  транспортных средств можно определить по формуле, т/см

$$W_{mp} = Nq\varphi, \quad (7.35)$$

где  $N$  – количество рейсов за смену, сут.;

$q$  – грузоподъемность автомобиля (прицепа), т;

$\varphi$  – коэффициент использования грузоподъемности.

Производительность транспорта по количеству перевезенного зерна за час определяется по формуле, т/ч

$$W_{mp} = \frac{q\varphi}{T_p}, \quad (7.36)$$

где  $T_p$  – время рейса, ч.

Время  $T_p$  рейса (оборота транспорта) определяется по уравнению, ч:

$$T_p = t_n + t_{zp} + t_e + t_o + t_x, \quad (7.37)$$

где  $t_n$  – время простоя транспорта на погрузке, ч;

$t_{zp}$  – время движения с грузом на ток, ч;

$t_e$  – время простоя на выгрузке зерна, ч;

$t_o$  – время ожидания выгрузки (погрузки), остановок в пути по разным причинам (0,1 ч), ч;

$t_x$  – время холостого (обратного) движения транспорта, ч.

Время движения с грузом  $t_{zp}$  и время холостого движения  $t_x$  определяется в зависимости от длины пути и эксплуатационной скорости движения транспорта по различным дорогам, ч:

$$t_{zp} = \frac{S}{V_p}; \quad (7.38)$$

$$t_x = \frac{S}{V_x}. \quad (7.39)$$

Примерная эксплуатационная скорость движения транспорта по различным дорогам приведена в таблице 7.5.

Таблица 7.5

Примерная скорость движения транспортных средств, км/ч

Вид транспорта	По грунтовым дорогам		По полям	
	с грузом	без груза	с грузом	без груза
Автомобили	24-30	30-35	8-10	10-15
Тракторы с прицепами	8-12	12-16	6-8	8-12
Автопоезда	18-20	20-25	-	-

При расчете количества транспортных средств для бесперебойной работы комбайна или группы агрегатов часовая производительность транспортных средств должна быть равной ча-

совой производительности уборочного агрегата или группы агрегатов, т.е.

$$W_{тр} = W_{ком}. \quad (7.40)$$

Часовая производительность комбайна (или группы комбайнов) по намолу зерна определяется из выражения, т/ч:

$$W_{ком} = 0,1B_p V_p \tau n_{ком} H, \quad (7.41)$$

где  $B_p$  – ширина захвата агрегата, м;  
 $V_p$  – скорость агрегата, км/час;  
 $\tau$  – коэффициент использования времени;  
 $n_{ком}$  – число комбайнов;  
 $H$  – урожайность, т/га.

$$n_{тр} W_{тр} = n_{ком} W_{ком},$$

тогда

$$W_{тр} = W_{ком} = \frac{n_{тр} q \varphi}{T_p} = 0,1B_p V_p \tau n_{ком} H. \quad (7.42)$$

Количество транспортных средств  $n_{тр}$  равно

$$n_{тр} = \frac{n_{ком} W_{ком} T_p}{q \varphi}. \quad (7.43)$$

Или же другим путем количество транспортных средств может быть определено по формуле

$$n_{тр} = \frac{U_{\delta} \gamma T_p}{t_{\delta} q \varphi}, \quad (7.44)$$

где  $U_{\delta}$  – емкость бункера, м<sup>3</sup>;  
 $\gamma$  – объемный вес зерна, кг/м<sup>3</sup>;  
 $t_{\delta}$  – время заполнения бункера комбайна, ч.

Для более полного использования грузоподъемности транспортных средств при перевозке грузов с небольшой объемной массой наращивают борт платформы, высоту (м) которых определяют по формуле

$$h_{\delta} = \frac{d_n - \gamma_m V_n}{\gamma_m F_n}, \quad (7.45)$$

где  $d_n$  – номинальная грузоподъемность транспортных средств, т;

$\gamma_m$  – объемная масса груза, т/м<sup>3</sup>;  
 $V_n$  – объем кузова платформы, м<sup>3</sup>;  
 $F_n$  – площадь платформы, м<sup>2</sup>.

Если при расчете величина  $h_b$  получается отрицательной ( $h_b \leq 0$ ), это означает, что грузоподъемность транспортных средств используется полностью, и наращивать борты не следует. Расчетную величину надставных бортов корректируют с учетом погрузочной высоты и расположения загрузочного транспорта уборочного агрегата.

Эффективность использования тракторов на транспортных работах зависит от грузоподъемности используемых прицепов, правильности комплектования тракторных поездов (особенно с тракторами К-701, Т-150К), а также от рациональной организации транспортного процесса. С учетом структуры перевозимых грузов, дорожных условий, наличия транспортных средств необходимо определить общую массу агрегируемых прицепов:

$$G_{пр.макс} = \frac{P_{\kappa} - Q_{TP} f \alpha_{TP}}{f \alpha_{ПР}}, \quad (7.46)$$

где  $P_{\kappa}$  – касательная сила тяги трактора, кН;

$f$  – коэффициент сопротивления качению;

$\alpha_{TP}$  и  $\alpha_{ПР}$  – коэффициент повышения сопротивления движению трактора и прицепа в момент трогания с места в данных дорожных условиях (табл. 7.6);

$Q_{TP}$  – вес трактора, кН.

Таблица 7.6

Примерные значения

Тип дорог	Коэффициент повышения сопротивления движению		
	прицепа ( $\alpha_{ПР}$ )	трактора ( $\alpha_{TP}$ )	агрегата (общий)
Асфальт	1,5	-	-
Грунтовая дорога:			
сухая	1,80	2,48	2,10
влажная	1,76	1,84	1,82
Пашня	1,87	2,42	2,12

В условиях недостаточного сцепления ходового аппарата трактора с почвой максимальную массу прицепов определяют из условий сцепления ведущих колес. При агрегатировании трактора с двухосным прицепом сила сцепления ведущих колес с почвой

$$P_{cц} = \mu \cdot Q_{cц}, \quad (7.47)$$

а с одноосным

$$P_{cц} = \mu \left[ Q_{cц} + \frac{(L-1)G_{np}}{L} \right], \quad (7.48)$$

где  $Q_{cц}$  – сцепной вес трактора;

$\mu$  – коэффициент сцепления ведущих колес трактора с почвой;

$L$  – продольная база трактора;

$l$  – расстояние от прицепной скобы до ведущей оси задних колес;

$G_{np}$  – нагрузка, передающаяся от прицепа на прицепное устройство трактора.

Зная  $P_{cц}$ , по формуле можем определить

$$G_{np.макс} = \frac{P_{cц} = Q_{TP} f \alpha_{TP}}{f \alpha_{TP}}, \quad (7.49)$$

а затем – количество прицепов в транспортном агрегате

$$n_{TP} = \frac{G_{np.макс}}{G_o + \rho_n \gamma_G}, \quad (7.50)$$

где  $G_o$ ,  $\rho_n$  – соответственно, масса и грузоподъемность прицепа;

$\gamma_G$  – коэффициент использования грузоподъемности.

Если тяговые свойства трактора достаточные и дорожные условия благоприятные, целесообразно составлять транспортный агрегат с двумя-тремя прицепами, что обеспечивает значительное снижение затрат на перевозку грузов.

Анализ производительности транспортного средства показывает, что она увеличивается с повышением грузоподъемности  $Q_{ГН}$  и степени ее использования  $K_{ГД}$ , ростом скорости движения  $v_{тех}$ , улучшением использования времени пробега.

Необходимое число транспортных средств определяют исходя из особенностей применяемых технологических схем. Так, при прямых перевозках зерна, поточной уборке сахарной свеклы, уборке кукурузы на силос и других работах число транспортных средств находят из равенства

$$n_{TP} W_{TP} = W_k n_k, \quad (7.51)$$

где  $n_{TP}$ ,  $n_k$  – соответственно, необходимое число транспортных средств и комбайнов в комплексе;

$W_{TP}$ ,  $W_k$  – соответственно, производительность транспортно-го средства и комбайна, т/ч.

При работе группы уборочных машин и транспортных средств число необходимого транспорта

$$n_{TP} = \frac{0,1 n_k B v_k V_3 (2L / v_{mex} + T_{np})}{Q_{г.н.} \alpha_{Г.СТ}}, \quad (7.52)$$

где  $B$  – ширина захвата уборочной машины, м;

$v_k$  – рабочая скорость уборочной машины, км/ч;

$V_3$  – урожайность убираемой культуры, т/га.

При выгрузке продукта в идущий рядом транспорт число транспортных единиц увеличивают на единицу с учетом постоянного взаимодействия с уборочной машиной.

При определении числа транспортных средств для перевозки продукции от зерноуборочных комбайнов необходимо исходить из их пропускной способности и объема бункера. В этом случае

$$n_{TP} = \frac{3600 q_k n_k (2L / v_{mex} + T_{np})}{V_b \rho (1 + \delta)}, \quad (7.53)$$

где  $q_k$  – пропускная способность зерноуборочного комбайна, кг/с;

$\rho$  – плотность перевозимого продукта, кг/м<sup>3</sup>;

$V_b$  – объем бункера комбайна, м<sup>3</sup>;

$\delta$  – отношение массы соломы к массе зерна.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем состоит суть транспортного процесса? Его значение для аграрного производства.
2. По каким признакам классифицируются сельскохозяйственные грузы?
3. Каковы виды маршрутов транспортных средств? Дайте их характеристику.
4. Как определить высоту надставных бортов транспортных средств?
5. Как рассчитать и составить тракторный транспортный поезд?
6. По каким показателям оценивают эффективность использования транспорта?
7. Как определить коэффициенты использования транспорта?
8. Что собой представляет коэффициент использования времени движения транспортного агрегата?
9. Как определить производительность транспортного средства?

## ГЛАВА 8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

### 8.1. Обоснование оптимальных сроков выполнения мобильных процессов

Решающий фактор увеличения объема продукции – высокая производительность машинных агрегатов.

Удлинение срока выполнения процесса (равносильно снижению уровня технической оснащенности) снижает капиталовложения в машинный парк, но одновременно ведет к снижению сбора продукции с единицы площади, поскольку минимальный срок соответствует наибольшему сбору.

Это выражается зависимостью, ц/га

$$U_i = AD_i^2 + BD_i + U_0, \quad (8.1)$$

где параметры уравнения имеют размерности:

$$A \text{ ц/га} \cdot \text{день}^2; \quad B \text{ ц/га} \cdot \text{день}; \quad U_0 \text{ ц/га}.$$

В целях упрощения функции  $U_i = f(D_i)$  при относительно небольших промежутках времени (до 20 дней) может быть принята линейная зависимость, ц/га:

$$U_i = U_{max}(1 - K_{\Pi} D_i), \quad (8.2)$$

где  $U_i$  – наблюдаемое (текущее) значение урожайности, ц/га;

$U_{max}$  – значение урожайности, соответствующее выполнению работ в оптимальные сроки;

$K_{\Pi}$  – коэффициент учета потерь сбора продукции (в долях) при растягивании срока выполнения работы от оптимального момента на единицу времени, сут.;

$D_i$  – продолжительность выполнения работы от оптимального момента в единицах времени, сут.

Величина  $K_{\Pi}$  определяется по наблюдаемым величинам  $U_i$ ,  $U_{max}$  и  $D_i$  (табл. 8.1).

$$K_{\Pi} = \frac{U_{max} - U_i}{U_{max} D_i}. \quad (8.3)$$

Стоимостные потери от недобора урожая могут быть выражены зависимостью

$$\Pi_{ui} = K_{\Pi} U_{max} C_{\Pi} D_i, \quad (8.4)$$

где  $C_{\Pi}$  – закупочно-сдаточная цена продукции, руб/ц.

Таблица 8.1

Вид работы	К <sub>П</sub>	Культуры	К <sub>П</sub>	
			посев	уборка
Лущение стерни	0,008	Колосовые	0,009	0,03
Вспашка зяби	0,005	Крупные (просо, гречиха)	0,018	0,015
Безотвальная обработка	0,0006	Кукуруза на силос	0,006	0,008
Культивация	0,003	Кукуруза на зерно	0,007	0,014
Дискование	0,0005	Подсолнечник	0,008	0,036
Боронование	0,012	Соя	0,03	0,004
		Горох	0,015	0,006
		Хлопчатник	0,001	0,002
		Свекла	0,016	0,0002
		Картофель	0,012	0,015
		Трава	-	0,0015

Таким образом, чем короче срок  $D_i$  выполнения работы, тем меньше потерь от недобора продукции.

Но с сокращением срока выполнения работы возрастают затраты на  $C_A$  – приобретение техники и ее реновацию, что выражается зависимостью

$$C_A = \frac{\sum_{i=1}^n C_{\bar{o}i} H_a K_i}{D_i W_q T_c}. \quad (8.5)$$

Общие затраты (потери) выразятся, руб/га

$$Z_o = C_A + \Pi_{ui} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{\bar{o}i} H_a K_i}{D_i W_q T_c} + K_{\Pi} U_{max} C_{\Pi} D_i. \quad (8.6)$$

Исследуя функцию на минимум, найдем экономически оптимальную продолжительность выполнения работы, дней

$$D_{опт} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n C_{\bar{o}i} H_a K_i}{K_{\Pi} U_{max} C_{\Pi} W_q T_c}}. \quad (8.7)$$

Или с учетом нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений  $E_n$ , дней

$$D_{\text{ОПТ}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n C_{\text{би}} (H_a + E_n) K_i}{K_{\text{П}} U_{\text{max}} C_{\text{П}} W_{\text{ч}} T_c}}, \quad (8.8)$$

где  $\sum_{i=1}^n C_{\text{би}}$  – балансовая стоимость машин в агрегате, руб.;

$H_a$  – годовая норма амортизационных отчислений в долях;

$K_i = \frac{D_i}{D_c}$  – доля использования машины на одном процессе по

отношению к общему времени  $D_c$  использования в году;

$C_{\text{П}}$  – товарная стоимость единицы продукции, руб./ц.

Чем универсальнее машина, то есть чем меньше доля ее применения на данном процессе по сравнению с общей продолжительностью ее использования в году, тем короче экономически оптимальный срок применения агрегата на процессе. Экономически оптимальный срок применения агрегата на процессе тем короче, чем меньше его балансовая стоимость.

Необходимо учитывать, что календарные сроки отдельных процессов в каждой зоне имеют свои особенности, зависящие от климатических и метеорологических условий. Поэтому при подготовке исходных материалов необходимо обобщать многолетние агроклиматические данные. При отсутствии необходимых материалов для расчета экономически оптимального срока работы можно воспользоваться данными междуведомственной комиссии (табл. 8.2).

Таблица 8.2

Агроклиматические данные

Виды работы	Зона		
	степная	лесостепная	нечерноземная
1	2	3	4
Закрытие влаги	2	2	3
Культивация	4	5	6
Посев:			
яровых колосовых	4	5	6
кукурузы	4	5	-
трав	5	6	7

Окончание табл. 8.2

1	2	3	4
озимых культур	10	9	8
сахарной свеклы	3	4	5
хлопчатника	4	-	-
льна	-	4	6
овощных культур	5	4-5	4-5
Посадка:			
картофеля	10	10	10
овощных культур	6-8	5-7	5-7
Механизированное формирование насаждений:			
сахарной свеклы	4	5	5
кукурузы	5	5	6
Междурядные рыхления:			
кукурузы	8	8	7
сахарной свеклы	4	5	6
картофеля	5	5	5
Подъем пара	10	10	-
Подъем зяби	20	18	15
Обработка гербицидами льна	-	-	3-4
Уборка колосовых:			
скашивание в валки	7	6	-
подбор и обмолот валков	9	8	-
прямое комбайнирование	8	7	7
уборка соломы	19	18	16-17
Скашивание зеленого горошка	3	3	-
Подбор и обмолот горошка	3	3	3
Уборка:			
силосных культур	12	10	10
трав	8	8	9
кукурузы на силос	8	7	-
семенников трав	6	6	5
сахарной свеклы	20-25	25-30	25-30
картофеля	15	15	15
капусты	10	11	12
Подкапывание овощных корне- плодов	15	15	12
лука	10	4-5	4-5

## 8.2. Основы расчета технических норм выработки мобильных процессов

*Технической нормой* называется объем работы, который механизатор должен выполнить на агрегате за определенное

время при обязательном обеспечении качества работы в соответствии с агротехническими требованиями. Технической нормой выработки должна соответствовать норма расхода топлива. *Нормой расхода топлива* называется допустимый расход топлива на единицу объема работы, установленный для данного агрегата при нормальном техническом состоянии его и обязательном обеспечении требуемого качества работы. Техническая норма выработки на полевых работах выражается в гектарах обработанной, засеянной или убранной площади и должна соответствовать составу агрегата, условиям, организации и режиму его работы, квалификации рабочих.

Если нормы выработки занижены, то это приводит к завышению фонда заработной платы, к излишнему увеличению количества сельскохозяйственной техники в хозяйстве, к увеличению суммы амортизационных отчислений, к удорожанию сельскохозяйственной продукции. Если же нормы выработки завышены, то уменьшается заработная плата механизаторов, нереально устанавливаются сроки проведения полевых сельскохозяйственных работ, сокращается план покупки сельскохозяйственной техники в хозяйстве. Таким образом, завышенные и заниженные нормы выработки не повышают производительность труда. Следовательно, нормы должны быть установлены правильно, и отвечать предъявляемым к ним требованиям.

#### *Расчет норм путем хронометражных наблюдений*

Для установления технических норм этим методом рядом с трактористом в кабине трактора находится хронометражист-наблюдатель, который в течение смены наблюдает за работой агрегата и записывает в хронокарте рабочее время, время на повороты и переезды, на простои по различным причинам. В начале и конце смены наблюдатель замеряет топливо в баке трактора, чтобы установить его расход, а также обработанную площадь за смену. Наблюдают за данным видом работ в течение трех смен. При этом агрегат должен быть технически исправным и тяговое усилие трактора использовано нормально. Этот метод целесообразно применять при установлении норм для новых типов машин и агрегатов, на работы которых еще нет дос-

таточно обоснованных норм, для проверки норм, вызывающих сомнение, а также для вскрытия резервов времени смены. В этом методе главным фактором, влияющим на норму, является использование времени смены.

Фотохронометраж – это фотография рабочего времени дня, при которой отдельные операции расчленяются на более мелкие элементы и приемы и изучаются методом хронометража.

Все виды наблюдений подразделяются на индивидуальные и групповые. Затраты времени фиксируются с точностью от 0,1 до 1,0 с (в зависимости от характера выполнения приема). Важно при подготовке к наблюдению правильно подобрать исполнителя, который должен иметь навыки работы, принимать активное участие в настройке агрегата. Его своевременно ставят в известность о проведении наблюдений, дают подробный инструктаж о порядке выполнения работы.

Для расчета норм выработки необходимо определить: 1) рабочую ширину захвата  $B_p$ , м; 2) среднюю скорость движения  $V_p$ , км/ч; 3) время чистой работы  $T_p$ , ч.

Для расчета норм расхода топлива необходимо определить: 1) часовой расход топлива при работе трактора под нагрузкой ( $Q_p$ ), на холостом ходу ( $Q_x$ ) и при холостой работе двигателя на остановках агрегата  $Q_o$ ; 2) время работы на указанных режимах ( $T_p$ ,  $t_x$ ,  $t_o$ ).

Эти нормообразующие факторы устанавливаются с помощью наблюдений. При выборе объекта и места наблюдений необходимо придерживаться таких требований: 1) машинно-тракторный агрегат должен быть технически исправным и правильно отрегулированным в соответствии с технологической наладкой; 2) обслуживающий персонал агрегата должен быть подобран из квалифицированных механизаторов; 3) поле, на котором выполняется нормируемая операция, должно соответствовать агротехническим требованиям (быть ровным и иметь правильную конфигурацию).

В процессе наблюдений все записи в хронометражном листе необходимо проводить в технологической последовательности с детальной расшифровкой всех видов простоев (указать причины), поворотов, рабочего хода.

Нормообразующие величины подсчитывают по формулам:  
рабочая ширина захвата агрегата, м

$$B_p = \frac{B_3}{n_{кр}}; \quad (8.9)$$

рабочая скорость движения, км/ч

$$V_p = \frac{0,06 l_{с.г.} n_{кр}}{T_p}, \quad (8.10)$$

где  $B_3$  – ширина обработанного загона, м;

$n_{кр}$  – количество гонов или кругов;

$T_p$  – время чистой работы за смену, мин.;

$l_{с.г.}$  – средняя длина гона, м.

Если агрегат работает только на одном загоне, имеющем прямоугольную форму, средняя длина равна длине загона. Участок сложной конфигурации разбивают на загоны правильной формы, для каждой определяют длину (м), а затем подсчитывают среднюю ее величину для участка:

$$l_{с.г.} = \frac{F_4 + F_2 + F_3 + \dots + F_i}{\frac{F_1}{l_1} + \frac{F_2}{l_2} + \frac{F_3}{l_3} + \dots + \frac{F_i}{l_i}}, \quad (8.11)$$

где  $F_1, F_2, F_3 \dots F_i$  – площадь, м<sup>2</sup>;

$l_1, l_2, l_3 \dots l_i$  – длина каждой части загона, м.

Расход топлива двигателем трактора (комбайна, шасси) на отмеченных режимах определяют в период наблюдений, используя соответствующие приборы.

Таким образом, данные наблюдений позволяют определить нормообразующие величины, по которым рассчитывают норму выработки, га/смену

$$W_{см} = 0,1 B_p V_p T_p. \quad (8.12)$$

Расход топлива, кг/га

$$Q = \frac{Q_p T_p + Q_x t_x + Q_o t_o}{0,1 B_p V_p T_p}. \quad (8.13)$$

### **8.2.1. Дифференцирование норм выработки мобильных агрегатов при выполнении технологических операций**

Сущность расчета в том, что единая средняя (плановая) норма видоизменяется для участков, резко различающихся по условиям работы. При этом обязательным условием является то, чтобы средневзвешенная норма участков соответствовала единой средней норме.

При установлении норм этим методом необходимо иметь характеристику полей, взятую из их паспортов. Каждое поле или группу полей оценивают нормативным показателем, определяемым по формуле

$$П = \frac{K}{\varphi K_a}, \quad (8.14)$$

где  $П$  – нормативный показатель;

$K$  – удельное сопротивление машин-орудий, кН/м или кН/м<sup>2</sup>;

$\varphi$  – коэффициент рабочих ходов, принимаемый в пределах 0,81-0,97;

$K_a$  – коэффициент рельефа, учитывающий угол склона поля (табл. 8.3).

Таблица 8.3

Значение коэффициента в зависимости от угла склона

Показатель	Значение коэффициента рельефа при угле склона, °				
	1	1-3	3-5	5-7	более 7
Коэффициент рельефа, $K_a$	1,0	0,98	0,95	0,92	0,84

При отсутствии опытных данных, полученных в хозяйстве, ориентировочные значения их можно взять в ближайших опытных нормативных станциях.

После определения нормативного показателя по каждому полю или группе полей устанавливают средний нормативный показатель по всем полям и группам полей

$$П_c = \frac{П_1 F_1 + П_2 F_2 + \dots + П_n F_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n}, \quad (8.15)$$

где  $П_c$  – средний нормативный показатель;

$\Pi_1, \Pi_2 \dots \Pi_n$  – нормативные показатели отдельных или группы полей;

$F_1, F_2 \dots F_n$  – площади полей, соответствующих нормативным показателям, га;

$n$  – последний номер поля или группы полей.

Затем определяют коэффициент дифференциации для каждого поля или группы полей

$$K_{\text{диф}} = \frac{\Pi_c}{\Pi}. \quad (8.16)$$

Чтобы определить дифференцированную сменную норму выработки, коэффициент дифференциации умножают на единую плановую норму выработки, га/смену

$$W_{\text{см}} = W_{\text{пл}} K_{\text{диф}}, \quad (8.17)$$

где  $W_{\text{пл}}$  – единая плановая норма выработки, га/смену.

Дифференцированная норма расхода топлива будет равна, кг/га

$$\Theta = \frac{\Theta_{\text{пл}}}{K_{\text{диф}}}, \quad (8.18)$$

где  $\Theta$  – дифференцированная норма расхода топлива, кг/га;

$\Theta_{\text{пл}}$  – единая плановая норма расхода топлива, кг/га.

Для проверки правильности установления дифференцированных норм выработки и расхода топлива определяют среднее их значение.

Среднее значение дифференцированных норм выработки будет

$$W = \frac{W_1 F_1 + W_2 F_2 + \dots + W_n F_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n}, \quad (8.19)$$

где  $W_1, W_2 \dots W_n$  – дифференцированные нормы выработки отдельных или группы полей, га/смену;

$F_1, F_2 \dots F_n$  – площади полей, соответствующих дифференцированным нормам выработки, га.

Средняя норма выработки должна быть не менее единой плановой нормы выработки.

Средняя величина дифференцированных норм расхода топлива составляет

$$\Theta = \frac{\Theta_1 F_1 + \Theta_2 F_2 + \dots + \Theta_n F_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n}, \quad (8.20)$$

где  $\Theta_1, \Theta_2 \dots \Theta_n$  – дифференцированные нормы расхода топлива, кг/га;

$F_1, F_2 \dots F_n$  – площади полей, соответствующих дифференцированным нормам расхода топлива, га.

Средняя норма расхода топлива должна быть не более единой плановой нормы.

### 8.3. Оптимизация параметров мобильных агрегатов

Наибольшая эффективность применения подвижного агрегата в заданном сочетании внешних производственных условий, как известно, достигается при определенных значениях его параметров (мощности энергетической установки, массе и ширине захвата).

Предпосылка высокой производительности мобильного агрегата – соответствие его параметров, прежде всего, ширины захвата производственным условиям применения.

Зависимость между основными показателями внешних производственных условий (физико-механические свойства обрабатываемого материала и основания, по которому перемещается агрегат, уклон местности, размеры обрабатываемых полей) и основными параметрами агрегата (ширина захвата, масса, энергонасыщенность, кинематическая характеристика) выражается следующим образом:

$$B_{opt} = \sqrt{\frac{\Psi G g L}{K_x K_{np}}}. \quad (8.21)$$

Или, принимая во внимание, что  $G = \frac{N}{N_y}$ ,

$$B_{opt} = \sqrt{\frac{\Psi N g L}{N_y K_x K_{np}}}, \quad (8.22)$$

где  $B_{opt}$  – оптимальная ширина захвата агрегата, м;

$\Psi$  – коэффициент сопротивления передвижению трактора  $\Psi = (f \cos \alpha \pm \sin \alpha)$  ( $\alpha$  – угол наклона);

$G$  – масса трактора, кг;

$L$  – длина гона, м;

$K_x$  – кинематическая характеристика агрегата, определяемая отношением средней длины холостого хода  $L_x$ , приходящейся на один рабочий ход  $L$  к ширине  $B$ :  $K_x = L_x / B$ ;

$N$  – мощность двигателя, кВт;

$N_y$  – энергонасыщенность трактора ( $N_y = N / G$ ), кВт/кг;

$K_{np}$  – приведенное удельное тяговое сопротивление машин (Н/м), определяемое зависимостью

$$K_{np} = \frac{R}{B} + \frac{3,6 \cdot 10^3 N_{вом} \eta_{мг}}{B \cdot V \cdot \eta_{вом}}, \quad (8.23)$$

где  $R$  – тяговое сопротивление прицепной части агрегата, Н;

$N_{вом}$  – мощность, реализуемая через ВОМ, кВт;

$\eta_{вом}$  – КПД вала отбора мощности (0,94-0,96);

$\eta_{мг}$  – КПД силовой передачи трактора;

$V$  – скорость поступательного движения агрегата, км/ч.

В таблице 8.4 приведены значения  $B_{онт}$  для основных видов агрегатов при различной длине гона.

Таблица 8.4

Значения  $B_{онт}$  для основных видов агрегатов

Агрегаты	Ширина захвата агрегата, м, при длине гона, м				
	100	200	400	600	1000 и более
Пахотные	1,05	1,05-1,4	1,4-1,75	1,75-2,1	2,8-3,5
Лушительные	5	5	10	15	20
Культиваторные	3-4	4	6	8-9	12-16
Боронование	9	12	18-21	24-30	36-42
Посевные	3,6	7,2	10,8	10,8-14,4	18-21,6
Жатвенные	4,9	4,9-6,0	6,0-9,6	12	14
Сенокосные	2	4	6	8	10-12

Увеличение ширины захвата агрегата сопровождается уменьшением коэффициента его эксплуатационной надежности.

Расчет агрегата с оптимизацией  $V_p$ ,  $B_p$  – достаточно объемная задача (требующая значительных затрат времени), поэтому сегодня разработаны программы к ЭВМ, позволяющие значительно ускорить такие решения.

Одна из блок-схем расчета МТА представлена на рисунке 8.1.

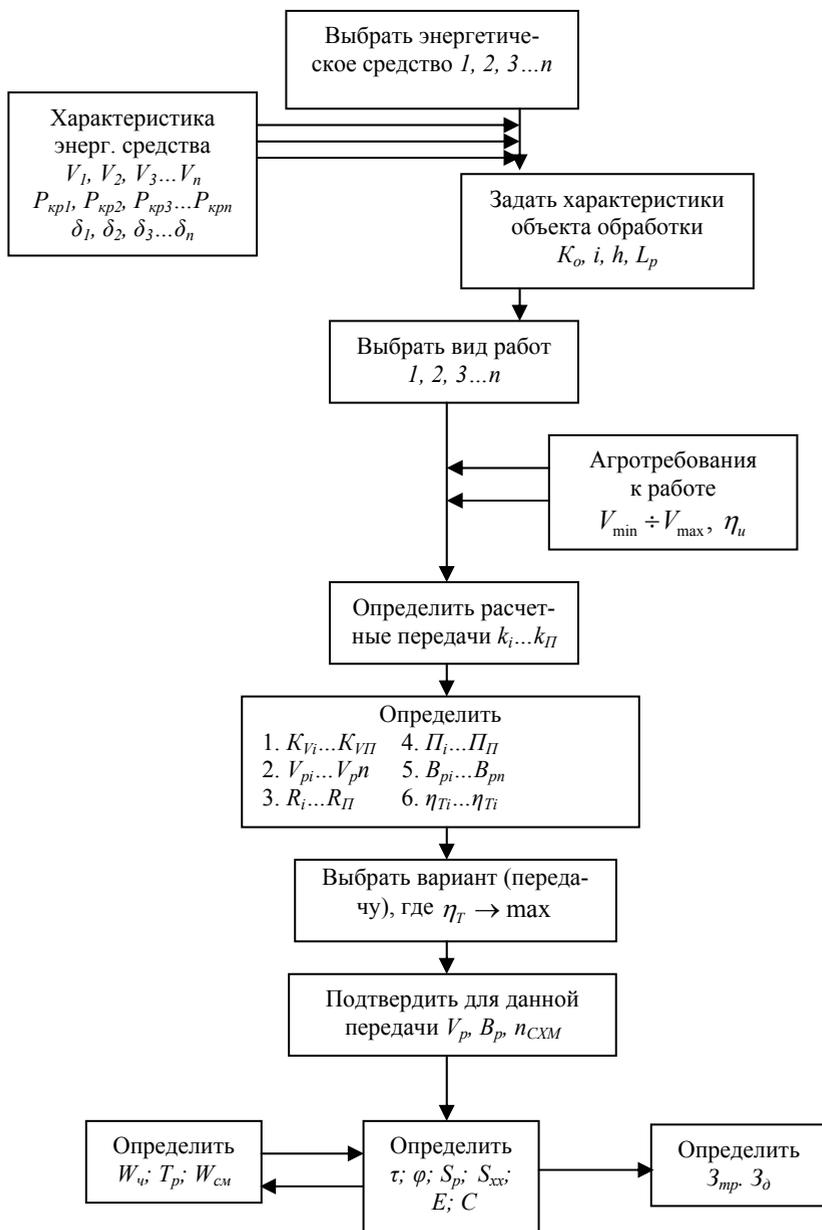


Рис. 8.1. Блок схема расчета машинно-тракторного агрегата

## 8.4. Обоснование параметров мобильного агрегата по тяговой характеристике трактора

Использование для этой цели тяговых характеристик, на которых в функции  $P_{KP}$  изображены опытные кривые рабочей скорости движения  $V_P$ , крюковой мощности  $N_{KP}$ , часового расхода топлива  $G_T$  и величины буксования ходовой части трактора по почве  $\delta$ , весьма удобно. На рисунке 8.2 показана схема тяговой характеристики, причем для ясности чертежа приведены только три передачи и построены четыре кривые функции.

Тяговая характеристика вычерчивается только по одному агрофону (типу почвы). Если рельеф местности не пересеченный и в комплект агрегата входят рабочие машины одного типа (исключая сцепное устройство), то для нахождения количества рабочих машин в агрегате вниз от шкалы строится график сопротивления сельскохозяйственных машин.

Для этого от начала координат в направлении ОУ строится шкала удельного сопротивления машин  $K$ . Затем находят сопротивление одной рабочей машины, и если сопротивление сцепного устройства практически мало, то необходимо от соответствующего значения  $K$  провести отрезок прямой, параллельной оси абсцисс. Проведенный отрезок разделяют на части, равные сопротивлению одной рабочей машины (в масштабе шкалы  $P_{KP}$ ), и делают соответствующие отметки.

Проекция на шкалу  $P_{KP}$  точек 1, 2, 3... покажет нагрузку трактора по тяге одной, двумя и т.д. машинами.

В случаях, когда нельзя пренебречь сопротивлением сцепного устройства, следует от точек отрезка прямой ( $P_{KP} = 0$ ) откладывать сопротивление сцепки  $R_C$ , остальную часть отрезка прямой делят на равные части, проекция каждой из них на шкалу  $P_{KP}$  покажет сопротивление одной машины. Отрезки прямых обозначают типами или марками сельскохозяйственных машин.

Точки пересечения нормалей оси абсцисс с кривыми тяговой характеристики проектируют на ось ординат и находят значения  $N_{KP}$ ,  $V_P$ ,  $C_T$  и других показателей для принятого комплекта машин. Пользоваться таким графиком весьма просто. Для сравнения различных агрегатов важное значение имеет степень использования  $N_{KP}$ , потому что производительность агрегата пропорциональна используемой мощности.

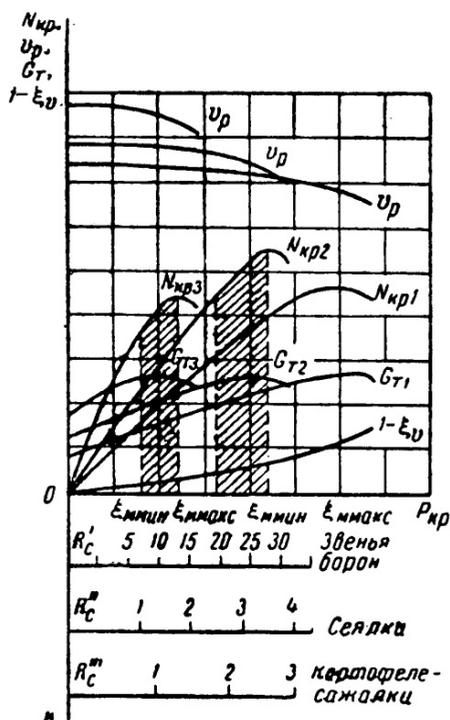


Рис. 8.2. Схема использования тяговой характеристики для расчета состава агрегата

## 8.5. Разработка технологической карты по выполнению мобильных процессов

Технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур включают в себя перечень и последовательность всего комплекса работ, агротехнические требования, их нормативы и сроки проведения работ, рациональные составы агрегатов и обслуживающий персонал, примерные нормы выработки и расхода топлива, количество необходимых агрегатов на определенный объем работы, технико-экономические показатели, которые важны для рациональной организации производства.

С учетом сложности и трудоемкости составления технологических карт по каждой культуре в помощь специалистам хозяйств разработаны и изданы примерные (типовые) зональные технологические карты на возделывание. В этих картах по каждому виду работ приведены различные варианты рациональных для данной зоны составов агрегатов и все другие технико-экономические показатели.

После обсуждения и утверждения технологические карты становятся документом, обязательным для выполнения всеми механизаторами и работниками полеводческих бригад (отделений), а также для необходимых плановых расчетов. Составленные технологические карты по всем культурам и отраслям в каждом хозяйстве могут быть одновременно перспективным планом для внедрения соответствующих систем машин и рациональных технологий.

Использование ЭВМ при разработке технологических карт позволяет в короткий срок произвести большой объем вычислений, обеспечивает получение оптимального решения, т.е. выполнения механизированных работ в установленные агротехнические сроки при выбранном критерии оптимизации.

Предлагаемая программа (упрощенная блок-схема, которая приведена на рисунке 8.3) позволяет на основе заданного состава МТП хозяйства разработать план его использования с минимальными эксплуатационными затратами. Процесс решения задачи с помощью этой программы включает в себя следующие этапы:

- подготовка и ввод исходной информации;
- формирование информативной системы постановки задачи;
- расчет структуры и использования МТП при оптимизации выбранных критериев;
- расчет показателей использования МТП;
- печать выходных форм.

Программа составлена для работы в Microsoft Excel, которая является самой простой и в то же время самой мощной системой электронных таблиц.



Исходная информация для разработки технологических карт на возделывание различных культур может иметь специфические особенности, но, как правило, она включает в себя площадь ( $F$ ) га; урожайность основной ( $У_0$ ) и побочной продукции ( $У_п$ ), т/га; расход семян ( $P_c$ ) и удобрений ( $P_y$ ), т/га; расстояние перевозки продукции ( $R$ ), км; комплексную цену топливно-смазочных материалов ( $Ц_{ТСМ}$ ), семян ( $Ц_c$ ), удобрений ( $Ц_y$ ), руб.; количественный и качественный состав тракторов.

Таблица 8.5

Исходные данные для проектирования технологических карт

Показатель	Ед. изм.	Культура				
		пшеница	овес	картофель	...	кукуруза
1. Площадь	га					
2. Отношение к площади пашни	%					
3. Планируемая урожайность продукции: - основной - побочной	т т					
4. Расстояние перевозок	км					
5. Расход: - семян - органич. удобрений - минер. удобрений	т/га т/га т/га					
6. Цена: - ТСМ - эл. энерг. - побочного продукта - семян - удобрений	руб. руб. руб. руб.					

Информация по работам включает в себя шифр технологической операции  $i$  ( $i$  от 1 до 200); оптимальные сроки ее выполнения ( $D_{опт}$ ), дней; виды агрегатов, используемые на данной сельскохозяйственной операции  $j$  (программой предусмотрено максимальное число возможных вариантов агрегатов для данной операции); сменную производительность агрегата ( $W_{см}$ ), га;

расход ТСМ ( $G$ ), кг/га; отчисления на амортизацию, ремонт, техническое обслуживание.

Критериями оптимизации наряду с минимальными эксплуатационными издержками ( $C$ ), руб/га могут быть затраты труда на выполнение заданного объема работ ( $Z_T$ ), чел.-ч/га, сроки их выполнения ( $D_p$ ), минимально возможное количество используемой техники ( $n_j$ ), расход ТСМ.

Работа на ЭВМ с использованием данной программы включает в себя шаги:

- передвиньте указатель мыши на команду «Программы» (Programs), затем на Microsoft Excel и сделайте щелчок;
- откройте требуемый документ, соответствующий выбранной культуре;
- введите исходные данные в соответствующие ячейки рабочего листа. Мигающий курсор определяет точку ввода (границы таких ячеек отображены красным цветом).

Далее работа идет с блоками ( $i$ ). Каждый блок соответствует одной технологической операции и включает в себя несколько строк ( $j$ ) по числу возможных вариантов агрегатов на данной работе. Ячейки блока с постоянными значениями отображены черным цветом, ячейки, предназначенные для ввода информационных данных по блоку – синим, ячейки с выходной информацией – сиреневым;

- в ячейки столбца (13) рассматриваемого блока ввести значения коэффициента сменности ( $K$ ), а в ячейки столбца (15) – количество тракторов ( $n$ ). В ячейках выходной информации появятся значения затрат труда и денежных средств на выполнение заданного объема работ, продолжительность его выполнения при выбранном сочетании агрегатов ( $n_{ij}$ );

- если выходные параметры оптимизации не отвечают требованию – изменить количество или сочетание агрегатов;

- при выполнении заданного критерия перейти к следующему блоку ( $i + 1$ ) и повторить шаги 4 и 5;

- после того как все блоки будут пройдены, появится таблица итоговых показателей, включающая в себя объем валового сбора основной ( $Q_o$ ) и побочной ( $Q_n$ ) продукции, т; затрат труда ( $Z_T$ ), чел.-ч/т и денежных средств ( $C$ ), руб/т; потребность ТСМ

на возделывание культуры ( $\sum Q_{ТСМ}$ ), себестоимость производственной продукции ( $C_{П}$ ), руб/т. По данным показателям легко судить об эффективности разработки технологической карты и использования МТП.

### 8.6. Графоаналитический расчет потребности аграрного предприятия в мобильной технике

На основании технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур, существующих в хозяйствах, производственного задания бригаде, отделению, плана работы автотранспорта составляется расчетная таблица 8.6.

В таблице должны быть учтены все транспортные работы (необходимые для обеспечения нормальной работы бригады, отделения) в растениеводстве и животноводстве.

В графу 2 таблицы (табл. 8.6) в порядке очередности заносится перечень работы по полю, объем работ в физических и эталонных гектарах заносится в графы 4, 5. Объем работ в условных эталонных гектарах определяется по формуле

$$\Omega = \Omega_{\Phi} \cdot \lambda_{y.za}, \quad (8.24)$$

где  $\Omega$  – объем работ, у.э.га;

$\Omega_{\Phi}$  – объем работ, га (физических), т-км;

$\lambda_{y.za}$  – коэффициент перевода в условные эталонные гектары (по литературным данным).

Работы, на которые в литературе нет коэффициентов перевода, в виде исключения переводятся в условные гектары путем умножения количества фактически отработанных тракторным агрегатом нормосмен на его 7-часовую выработку в эталонных условиях.

Например,

$$\Omega = \frac{\Omega_{\Phi}}{W_{CM}} \cdot W_{эм}, \quad (8.25)$$

где  $W_{CM}$  – сменная выработка в физических гектарах на заданной операции;

$W_{эм}$  – семичасовая выработка агрегата в эталонных условиях.

Количество рабочих дней (графа 8) выполнения операции принимается на основании опыта передовых хозяйств за ряд предыдущих лет с учетом метеорологических прогнозов для зоны данного хозяйства.

Экономически целесообразный срок сельскохозяйственных работ можно определить по формуле

$$D_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n C_{\delta i} \cdot \alpha_i \cdot \gamma_i}{K_{\text{п}} \cdot И \cdot C_{\text{п}} \cdot W_{\text{дн}} \cdot 100}}, \quad (8.26)$$

где  $C_{\delta i}$  – балансовая стоимость машины, руб.;

$\gamma_i$  – удельный вес данной работы в общем годовом объеме работ по времени, часть;

$\alpha_i$  – отчисление на реновацию машин, %;

$K_{\text{п}}$  – коэффициент учета потерь урожая при растяжении срока работы от оптимального момента на 1 день, ч;

$И$  – урожайность культуры, ц/га;

$C_{\text{п}}$  – закупочная цена продукта, руб/ц;

$W_{\text{дн}}$  – дневная производительность агрегатов, га.

Дневной объем работы (графа 9) определяется по формуле

$$\Omega_{\text{дн}} = \frac{\Omega_{\text{ф}}}{D_p}, \quad (8.27)$$

где  $\Omega_{\text{дн}}$  – дневной объем работы в физических единицах, га, т, т-км;

$D_p$  – число рабочих дней.

Состав машинно-тракторного агрегата (графы 10, 11) для выполнения каждой операции выбирается исходя из необходимости обеспечения высокого качества работы при минимальных затратах средств и труда на единицу работы в условиях бригады (отделения).

При выборе той или иной марки машины необходимо руководствоваться:

а) основным назначением трактора и сельскохозяйственной машины;

Таблица 8.6

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ возделывания сельскохозяйственных культур

№ операции	Операция	Ед.изм. измерения	Объем работ	Объем работ, у.з.га	Календарные сроки		К-во рабочих дней	Дневной объем работ, га	Марка агрегата		К-во машин в агрегате	Норма выработки			К-во Тр-ов	К-во обслуж. персонала	Расход топлива, кг							
					начало	конец			Сменная	Коеф. сменности		Дневная	Тр-ов	Трактористов				Вен. раб.	На 1 га					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
						Яровая пшеница 3000 га, урожайность 20 ц/га, соломы 18 ц/га																		
1	Снегозадержание	га	1200	431		Декабрь-январь		30	40	К-701	3	52,5	1	52,5	1	3	1	-	3,1	3720				
2	Снегозадержание	га	1800	454				30	60	К-701	1	74,9	1	74,9	1	1	1	-	2,2	3960				
3	Закрытие влаги	га	1800	388	15.04	17.04	3	600	600	К-701	5	87,5	1,43	125	5	25	5	-	1,68	3024				
	То же	га	1200	231	15.04	17.04	3	400	400	К-701	1	98	1,43	140	3	3	3	-	0,99	1188				
4	Потружка мин. удобр. (0,15 т/га)	т	450		22.04	30.04	8	56	80	МТЗ-80	1	140	1,43	200	1	1	1	-	0,53	238,5				
5	Транспортировка мин. удобр.	т	450		22.04	30.04	8	56	53А	ГАЗ-3АУ-3	1	14	1,43	20	3	3	3	-	0,54	243				
6	Локальное внесение мин. удобр.	га	1200	476	22.04	30.04	8	150		К-701	7	46,6	1,43	68	2	14	2	2	5,6	6720				

Продолжение табл. 8.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Локальное внесение минудобр.	га	1800	623	22.04	30.04	8	225	К-701	СЗС-14	1	54,6	1,43	78	3	3	3	1	6,2	11160
7	Предпосевная обработка	га	3000	1080	20.05	25.05	6	500	К-701	КППШ-9	1	52,5	2	105	5	5	10	-	5,1	15300
8	Протравливание семян (0,12 г/га)	т	360		20.04	25.04	5	72	Элдв.	ПС-10	1	96	1	96	-	1	-	1	-	
9	Погрузка семян	т	360		20.05	25.05	6	60	Элдв.	ЗПС-100	1	525	1	1050	-	1	-	2	-	
10	Транспортировка (15 км)	т	360		20.05	25.05	6	60	ГАЗ-53А	ЗАУ-3	1	14	1	28	2	2	2	-	0,58	208,8
11	Посев	га	750	297	20.05	25.05	6	125	К-701	СЗС-2,1	7	47,6	2	95,2	1	7	2	3	5,4	4050
	То же	га	1500	519	20.05	25.05	6	250	К-701	СЗС-14	1	54,6	2	109,2	2	2	4	1	5,6	8400
	То же	га	750	195	20.05	25.05	6	125	К-701	СЗП-3,6	5	72	2	144	3	5	2	2	2,7	2025

б) способностью выбранного агрегата обеспечивать выполнение работ в соответствии с технологией производства работ и агротехникой возделывания культур;

в) возможностью достигнуть наиболее высоких показателей использования машин в конкретных почвенно-климатических условиях;

г) возможностью замены морально и технически устаревших машин более экономичными.

Машины должны быть подобраны таким образом, чтобы в своей совокупности они давали возможность хозяйству обеспечить комплексную механизацию процессов сельскохозяйственного производства.

Выбор тракторов и сельхозмашин необходимо проводить прежде всего по основным видам работ на ведущих культурах. Одновременно с этим решается вопрос о возможности выполнения намеченным составом парка всех видов работ в полеводстве и животноводстве и общих работах.

Необходимо стремиться к выбору минимального числа марок, максимально используя универсальные машины. При этом оптимальным является наличие в хозяйстве двух-трех марок тракторов.

При выборе агрегатов необходимо учитывать наличие тракторов и сельскохозяйственных машин в хозяйстве, а также эксплуатационные затраты на 1 га при выполнении рассматриваемой операции.

Количество машин в агрегате принимается на основе опыта использования машин в хозяйстве с учетом местных условий так, чтобы получить максимальную производительность агрегатов. Обслуживающий персонал необходимо принимать в таком количестве, чтобы обеспечить высокопроизводительное использование техники. При автоматизации или механизации управления машин количество обслуживающих рабочих, соответственно, уменьшается.

Сменная норма выработки (графа 13) принимается по данным хозяйства или берется из справочной литературы.

Если для агрегата на данной операции норма выработки не установлена, то она определяется аналитическим путем по формулам:

для мобильных агрегатов

$$W_{CM} = 0,1B_p \cdot V_p \cdot T_{CM} \cdot \tau; \quad (8.28)$$

для транспортных агрегатов

$$W_{CM} = V_T \cdot g \cdot a_n \cdot \beta' \cdot T_{CM} \cdot \tau; \quad (8.29)$$

для погрузочно-разгрузочных агрегатов непрерывного действия

$$W_{CM} = 3600F \cdot V_L \cdot \gamma_o \cdot T_{CM} \cdot \tau; \quad (8.30)$$

периодического действия

$$W_{CM} = g_n \cdot \beta' \cdot \frac{T_{CM}}{t_u}, \quad (8.31)$$

где  $W_{CM}$  – производительность агрегата за смену, га;

$B_p$  – рабочий захват агрегата, м;

$V_p$  – рабочая скорость агрегата, км/ч;

$T_{CM}$  – продолжительность смены, ч;

$\tau$  – коэффициент использования времени смены;

$V_T$  – средняя техническая скорость движения транспортного агрегата, км/ч;

$g$  – грузоподъемность агрегата, т;

$\beta'$  – коэффициент использования грузоподъемности;

$a_n$  – коэффициент использования пробега транспортного агрегата;

$\gamma_o$  – объемная масса груза, т/м<sup>3</sup>;

$V_L$  – скорость ленты транспортера, м/с;

$F$  – площадь поперечного сечения груза на ленте, м<sup>2</sup>;

$g_n$  – грузоподъемность погрузчика, т;

$t_u$  – продолжительность цикла погрузки, ч.

Коэффициент сменности (графа 14) – количество смен использования агрегата в течение суток, который определяется с учетом вида работ, продолжительности светового дня, возможности выполнения работ в ночное время и т.п.

Коэффициент сменности определяется из выражения

$$K_{CM} = \frac{T_C}{T_{CM}}, \quad (8.32)$$

где  $K_{CM}$  – коэффициент сменности;

$T_C$  – продолжительность рабочего времени в сутки, ч.

Дневная выработка (графа 15) определяется по установленной сменной выработке и продолжительности рабочего дня в течение суток по формуле

$$W_{\text{ДН}} = \frac{W_{\text{СМ}}}{T_{\text{СМ}}} \cdot T_{\text{С}} \quad (8.33)$$

Количество тракторов (графа 16) для выполнения операций определяется по формуле

$$n_{\text{ТР}} = \frac{\Omega_{\text{ДН}}}{W_{\text{ДН}}} \quad (8.34)$$

В случае получения дробных чисел тракторов необходимо их скорректировать путем изменения числа рабочих дней или коэффициента сменности таким образом, чтобы получить целое число.

Аналогичным путем определяется количество транспортных средств. Количество сельскохозяйственных машин (графа 17) определяется по формуле

$$n_{\text{СХМ}} = n_{\text{ТР}} \cdot m, \quad (8.35)$$

где  $m$  – количество сельскохозяйственных машин в агрегате.

Расход топлива на операцию (графа 21) подсчитывается по формуле

$$Q_{\text{T}} = \Omega_{\phi} \cdot g, \quad (8.36)$$

где  $Q_{\text{T}}$  – расход топлива на весь объем операций, кг;

$\Omega_{\phi}$  – объем работ, га;

$g$  – норма расхода топлива, кг/га, кг/т-км.

#### *Построение графика потребности тракторов*

Предварительно на ЭВМ согласно таблице 8.6 обосновывают рациональный марочный состав тракторов. В этом случае критерием оптимизации является минимум эксплуатационных затрат при условии своевременного и качественного выполнения всех работ.

Для определения минимально необходимого количества тракторов и четкого планирования их работы при выполнении операции по возделыванию и уборке различных культур необходимо строить графики загрузки тракторов.

График потребного количества тракторов строится в прямоугольных осях координат на основании расчетной таблицы отдельно по каждой марке тракторов (рис. 8.4).

Для каждой операции на оси абсцисс откладывается количество календарных дней, в течение которых она выполняется, а по оси ординат – количество необходимых тракторов.

Площадь одного или нескольких прямоугольников одной операции выражает в масштабе объем работы в агрегато-днях.

Для наглядности и удобства пользования графиком в прямоугольниках ставится номер операции.

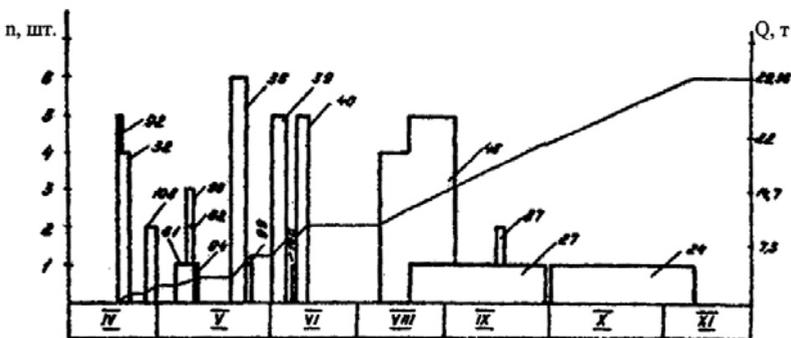


Рис. 8.4. График загрузки тракторов ДТ-75М

График загрузки тракторов такой формы достаточно наглядно отображает занятость всех тракторов в течение каждого дня и всего календарного срока.

Вследствие сезонности сельскохозяйственных работ потребность в тракторах в отдельные периоды будет неравномерной, на графике будут наблюдаться пики и провалы. Для обеспечения более равномерной загрузки тракторов в течение всего периода полевых работ необходимо произвести корректировку графика. Выравнивание (корректировка) графика может быть произведено следующим образом:

1) путем перераспределения работ между различными марками тракторов за счет перенесения части работ с более загруженных тракторов на менее загруженные;

2) путем перенесения части работ или полностью всех работ на самоходные машины;

3) путем увеличения рабочих дней выполнения операций, однако в пределах допустимых агротехнических сроков.

Корректировка графика производится с одновременным уточнением расчетной таблицы.

На скорректированный график в промежутки, когда тракторы менее загружены, накладываются операции, выполняемые тракторами в животноводстве и на общехозяйственных работах (без указания конкретных видов работ). При этом перераспределенные общехозяйственные тракторные работы должны составлять 10-30% от объема полевых работ по маркам тракторов.

**Интегральные кривые расхода топлива.** На основании технологических карт на графики загрузки тракторов при выполнении каждого производственного процесса наносятся интегральные кривые расхода топлива, показывающие нарастающим итогом расход топлива на каждую марку трактора в течение календарного года. Если объем израсходованного топлива какого-либо вида трактора разделить на общее число тракторов (по графику), получим расход топлива, приходящийся на один трактор за определенный срок.

Интегральная кривая строится в прямоугольных координатных осях: по оси абсцисс откладываются дни календарного года, а по оси ординат – объем израсходованного топлива.

В связи с тем, что эти графики в дальнейшем будут использованы для планирования технических обслуживаний и ремонтов тракторов, при построении следует обратить внимание на следующее:

а) графики загрузки тракторов нужно строить на одном листе;

б) шкала объема израсходованного топлива должна быть не меньше расхода топлива тракторами этой марки до капитального ремонта. Построение интегральной кривой ведется в следующем порядке.

На оси абсцисс из точки, соответствующей окончанию первой операции, по вертикальной стороне прямоугольника откладывается отрезок в масштабе, который принят для шкалы годового расхода топлива данной марки тракторов. Затем верхнюю точку отрезка соединяют с точкой начала работ по первой операции на оси абсцисс. Если вслед за первой операцией выполняется

вторая операция без разрыва во времени, тогда на вертикальной стороне второго прямоугольника (соответствующей окончанию работы по второй операции) в том же масштабе откладывается отрезок, соответствующий суммарному расходу топлива на выполнение первой и второй операций. Конец второго отрезка соединяется с концом первого отрезка прямой линией и т.д.

Если в дальнейшем имеется разрыв во времени между операциями, то интегральная кривая проводится параллельно оси абсцисс.

Количество тракторов, необходимых для выполнения всего объема работ, определяется по формуле

$$n_{\text{Э}} = \frac{n_{\text{ТР}}}{K_{\text{ТГ}} \cdot \tau_{\text{П}}}, \quad (8.37)$$

где  $n_{\text{Э}}$  – эксплуатационное количество тракторов данной марки, шт.;  
 $n_{\text{ТР}}$  – теоретическое количество тракторов (берется из графика машиноиспользования), шт.;

$K_{\text{ТГ}}$  – коэффициент технической готовности тракторов применяются для гусеничных – 0,85; для колесных – 0,95;

$\tau_{\text{П}}$  – коэффициент, учитывающий простой ввиду погодных условий, принимается равным 0,8.

Количество сельскохозяйственных машин определяется по графику машиноиспользования и расчетной таблице и зависит от максимального количества одновременно работающих агрегатов и количества машин в агрегате.

Количество комбайнов и других самоходных машин определяется по формуле

$$n_{\text{К}} = \frac{S_{\text{К}}}{W_{\text{ДН}} \cdot D_{\text{Р}}}, \quad (8.38)$$

где  $S_{\text{К}}$  – площадь, убираемая комбайнами, га;

$W_{\text{ДН}}$  – дневная норма выработки, га/день;

$D_{\text{Р}}$  – количество рабочих дней.

## 8.7. Нормативный расчет потребности техники

Расчет оптимального состава парка для каждого в отдельности аграрного предприятия можно получить с помощью ЭВМ,

но в связи с недостатком программного обеспечения создается практическая трудность в реализации этого метода. Поэтому на определенном этапе используется так называемый нормативный метод расчета состава машинно-тракторного парка.

Для этой цели необходимо иметь нормативы потребности модельного хозяйства в технике на 1000 га пашни. Модельное хозяйство – это расчетное аграрное предприятие, в котором достаточно полно отражены почвенные, климатические, производственные и другие особенности (группы) региона хозяйств.

Потребность в машинах по возделыванию и уборке сельскохозяйственных культур определяется по формуле

$$N_{II} = 0,001 \cdot \gamma_{II} \cdot F, \quad (8.39)$$

где  $N_{II}$  – потребность хозяйства в машинах;

$\gamma_{II}$  – норматив потребности хозяйства в тракторах или машинах на 1000 га пашни или посева сельскохозяйственных культур;

$F$  – площадь пашни или посева культур, га.

Нормативы потребности в тракторах и сельскохозяйственных машинах отмечены в таблице 8.7.

Таблица 8.7

Нормативы потребности в тракторах в Алтайском крае на 1000 га пашни, шт.

Тип машин	Подзона механизации				
	степь	лесо-степь	под-тайга	пред-горье	пригородная
Тракторы					
Общего назначения					
К-701, К-710	1,3	1,00	0,6	0,6	0,8
Т-4А (Т-250)	0,70	0,70	1,00	1,10	1,1
ДТ-75М (ДТ-175С)	2,3	3,1	3,9	3,6	3,6
Универсально-пропашные					
МТЗ-80, МТЗ-82, (МТЗ-100, МТЗ-142)	4,56	4,8	5,55	5,0	7,0
Самоходные шасси					
СПШ-28, СПШ-287	0,23	0,28	0,35	0,27	0,79
Общая энергонасыщенность эталонных тракторов на 1000 га пашни	10,24	10,43	11,10	10,60	12,80

Применение нормативов потребности агропредприятий в машинах и автомобилях позволит сократить разномарочность техники, провести полевые работы в оптимальные агротехнические сроки, снизить затраты труда на единицу сельскохозяйственной продукции.

### 8.8. Показатели эффективности использования мобильных агрегатов в аграрном производстве

К показателям, которые характеризуют уровень оснащенности и механизации, относятся энерго- и машинообеспеченность, энерговооруженность, энергонасыщенность, плотность и степень механизации.

Энергообеспеченность – это количество эталонных тракторов, приходящихся на 100 га пашни:

$$\mathcal{E}_N = \frac{10^2 \sum_{i=1}^{i=m} n_i \lambda_{эм.и}}{F_x}, \quad (8.40)$$

где  $n_i$  – количество физических тракторов  $i$ -той марки;

$m$  – количество марок применяемых тракторов;

$\lambda_{эм.и}$  – коэффициент перевода физических тракторов в эталонные;

$F_x$  – площадь пашни хозяйства, га.

Машинообеспеченность – это количество машин (М) определенного типа, приходящихся на 100 га пашни или на эталонный трактор:

$$M_F = \frac{10^2 \sum B_i}{F_x}; \quad (8.41)$$

$$M_{эм.мр} = \frac{\sum_{i=1}^{i=m} B_i}{\sum_{i=1}^{i=m} n_i \lambda_{эм.и}}, \quad (8.42)$$

где  $\sum B_i$  – суммарная ширина захвата машин  $i$ -того типа, м;

$\sum_{i=1}^{i=m} n_i \lambda_{эм.и}$  – число эталонных тракторов.

Машинообеспеченность иногда оценивают как отношение балансовых стоимостей сельскохозяйственных машин и тракторов:

$$M_B = \frac{B_M}{B_{TP}}. \quad (8.43)$$

Энерговооруженность – это количество кВт эффективной мощности тракторов, самоходных шасси, автомобилей, комбайнов и других энергоустановок, приходящихся на одного механизатора:

$$\mathcal{E}_M = \frac{\sum N_{e.i.}}{\sum n_{m.i.}}, \quad (8.44)$$

где  $\sum N_{e.i.}$  – суммарная эффективная мощность двигателей в хозяйстве, кВт;

$\sum n_{m.i.}$  – общее количество механизаторов разных специальностей (трактористы-машинисты, шоферы и пр.).

Энергонасыщенность машины (парка) определяют по формулам

$$\mathcal{E}_{N.M.} = \frac{\sum N_{e.M.}}{M_M}; \quad (8.45)$$

$$\mathcal{E}_{N.П.} = \frac{\sum N_{e.i.}}{\sum M_{m.i.}}, \quad (8.46)$$

где  $N_{e.M.}$  – эффективная мощность машин, кВт;

$M_M$  – масса машины.

Величина, обратная энергонасыщенности, представляет металлоемкость машины (парка), выраженную в килограммах на киловатт.

Плотность механизированных работ – это количество условных гектаров, приходящихся на физический гектар пашни:

$$\Pi_{M.P.} = \frac{\sum \Omega_{mex}}{F_x}, \quad (8.47)$$

где  $\sum \Omega_{mex}$  – суммарный объем механизированных работ, выполняемый в хозяйстве, у.га.

Чем выше интенсификация сельскохозяйственного производства, тем больше величина  $P_{м.р}$  ( $P_{м.р} = 10 \div 30$ ).

Степень механизации ( $C_{мех}$ ) производственного процесса – это отношение объема механизированных работ к общему объему работ (механизированных и выполняемых вручную).

При комплексной механизации производственного процесса  $C_{мех}$  стремится к единице.

### *Показатели уровня использования мобильной техники*

Уровень использования МТП в значительной мере можно оценить при помощи коэффициентов использования сменности и технической готовности парка, числа отработанных дней, сменной и годовой наработки, расхода топлива.

Коэффициент использования парка ( $K_{и.п.}$ ) характеризует степень использования машин и представляет отношение количества тракторо-дней работы к тракторо-дням пребывания в хозяйстве:

$$K_{и.п.} = \frac{n_p D_p}{n_{ин} D_{ин}} = \frac{n_p D_p}{n_p D_p + n_{рем} D_{рем} + n_{хр} D_{хр} + n_{нр} D_{нр}}, \quad (8.48)$$

где  $n_{ир}$ ,  $n_p$ ,  $n_{рем}$ ,  $n_{хр}$ ,  $n_{нр}$  – соответственно, количество тракторов на инвентарном учете, в работе, ремонте, хранении и на простаивании;

$D_{ир}$ ,  $D_p$ ,  $D_{рем}$ ,  $D_{хр}$ ,  $D_{нр}$  – соответственно, количество дней пребывания трактора в хозяйстве.

Коэффициент сменности ( $K_c$ ) обуславливается обеспеченностью механизаторами и определяется как частное от деления числа отработанных тракторо-смен ( $\sum m_{сМ}$ ) и отработанных тракторо-дней ( $\sum D_p$ ) за тот же период:

$$K_c = \frac{\sum m_{сМ}}{\sum D_p}. \quad (8.49)$$

Коэффициент технической готовности ( $K_{т.г.}$ ) характеризует качество технического обслуживания и степень готовности парка к выполнению работы. Его определяют как отношение количества тракторо-дней трактора, находящегося в технически

исправном состоянии, к инвентарному количеству трактородней за тот же период:

$$K_{Т.Г.} = \frac{n_{ин} D_{ин} - n_{рем} D_{рем}}{n_{ин} D_{ин}}. \quad (8.50)$$

Число отработанных дней показывает степень использования фонда времени работы трактора в течение года и определяется как отношение суммы отработанных дней ( $\sum D_{p.i}$ ) к среднегодовому числу тракторов ( $n_{с.г.}$ ):

$$D_{p.ф.} = \frac{\sum D_{p.i}}{n_{с.г.}}. \quad (8.51)$$

Среднесменная наработка на эталонный трактор

$$W_{с.см} = \frac{\sum_{i=1}^{i=m} W_{см.i} n_i}{\sum_{i=1}^{i=m} n_i \lambda_{эм.i}}, \quad (8.52)$$

где  $W_{см.i}$  – сменная производительность  $i$ -того трактора у.эт.га. Нормативная величина  $W_{см.i} = 7$  у.эт.га/эт.трактор.

Расход топлива на условный гектар, кг, определяют как отношение суммарного расхода топлива  $\sum G_T$  к суммарной наработке ( $\sum \Omega$ ) в эталонных га:

$$g_{y.га} = \frac{\sum G_T}{\sum \Omega}. \quad (8.53)$$

В зависимости от природно-климатических условий величина  $g_{y.га} = 8 \div 11$  кг/у.эт.га.

## 8.9. Оценка эффективности мобильных процессов

Наиболее общей оценкой эффективности мобильного процесса являются сбор продукции с единицы площади и стоимость единицы продукции. Но этот сводный результат является следствием эффективности отдельных составляющих операций. Оценку эффективности процесса и соответствующих агрегатов

можно обосновать с помощью так называемого коэффициента эффективности процесса.

Для установления значения коэффициента эффективности при работе делают достаточно большое количество измерений, соответствующих тому или иному технологическому показателю (например, глубине вспашки), и строят кривую распределения частот. Вычертив эту кривую (рис. 8.5), определяют среднюю арифметическую и отграничивают площадь кривой нормальными, восстановленными из точек абсцисс, соответствующих значению допусков агротехнического норматива.

Тогда коэффициент эффективности определится как отношение эффективной площади  $F_3 = F_2 + F_3$  (находящейся в пределах допусков  $\pm \Delta$ ) к общей площади  $F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$  (ограниченной кривой распределения):

$$k_3 = \frac{F_3}{F}. \quad (8.54)$$

По физическому смыслу явления пределом для  $F_3$  является значение  $F$ . Поэтому  $k = 1,0$  является при определенных значениях допусков показателем нормального процесса, укладывающегося в пределы допусков. Чем меньше значение  $k_3$ , тем хуже качество технологического процесса (по данному показателю), тем больше выходят отклонения от средней за пределы допусков.

Такая числовая оценка качества работ пригодна для распределений любых типов.

При выполнении мобильных процессов, состоящих из ряда операций, их качество оценивается несколькими технологическими показателями. Например, качество посева пропашных культур оценивается, по крайней мере, че-

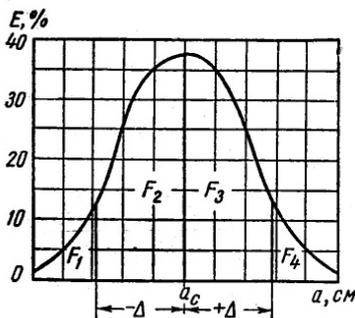


Рис. 8.5. Кривая распределения частот для определения коэффициента эффективности

тырмья основными показателями: глубиной заделки, количеством зерен (в гнезде или на 1 м рядка), равномерностью ширины междурядий, прямолинейностью рядков.

К сожалению, как показывают исследования, качество выполнения мобильных процессов многими современными машинами находится на сравнительно низком уровне. Например, коэффициент эффективности свекловичных сеялок по глубине заделки семян и равномерности посева, как правило, не превышает 0,7. Поэтому при машинном возделывании сельскохозяйственных культур особое внимание должно уделяться соблюдению допусков на обработку и создание таких условий обработки, которые обеспечивали бы высокое качество работы.

Качественная оценка технологического процесса характеризует лишь агротехническую эффективность применяемых агрегатов. Прогрессивность избранной технологии и соответствующего комплекса машин должна быть подвержена показателями экономической эффективности, прежде всего, сбором продукции, величинами затрат труда и денежных затрат на единицу продукции.

Для повышения эффективности сельскохозяйственного производства необходимо внедрять наиболее экономичные технологии, комплексы и отдельные машины. Их выбирают по рекомендациям разработчиков, которые должны содержать экономическую оценку новых технологий и техники в сравнении с имеющимися в производстве и с зарубежными аналогами.

Эффективность технологий, техники и организационных мероприятий определяют по значению экономического эффекта (годового, за срок службы машины или действия мероприятия), получаемого сельскохозяйственными предприятиями различных форм собственности.

Абсолютная прибыль, руб.

$$П = Ц - С,$$

где  $Ц$  – стоимость произведенной продукции (работ, услуг) в ценах реализации, руб.;

$С$  – себестоимость произведенной продукции (работ, услуг), отражающая совокупные затраты на основные фонды, оборотные средства и трудовые ресурсы для внедрения новых технологий и техники, руб.

Норма прибыли, %

$$H_{np} = \frac{П}{С} \cdot 100. \quad (8.55)$$

Полученная норма прибыли должна быть не ниже коэффициента эффективности вложений, равного процентной ставке за кредит, установленный Центральным банком Российской Федерации, увеличенной на коэффициент гарантии получения положительного эффекта.

Общую (абсолютную) эффективность рассчитывают в случаях, когда в хозяйстве (регионе) отсутствует техника (или технология), принятая за базу сравнения, при создании новых производств (например, участков по переработке сельскохозяйственной продукции).

При сравнительной оценке технологий, отдельных машин, их комплексов, системы машин в хозяйствах определяют годовой экономический эффект по показателю «прирост прибыли», руб.:

$$\mathcal{E}_{np} = \left( \frac{П_n}{A_n} - \frac{П_б}{A_б} \right) A_n, \quad (8.56)$$

где  $П_n$ ,  $П_б$  – годовая прибыль по новому и базовому вариантам, руб.;

$A_n$ ,  $A_б$  – годовой объем произведенной сельскохозяйственной продукции по новому и базовому вариантам, т.

При сравнительной экономической оценке новых технологий и техники, применяемых для производства продукции для внутривозвращенного потребления (корма, семена, молоко и пр.) без увеличения объема и повышения качества производимой продукции рассчитывают годовой экономический эффект за счет снижения себестоимости конечной продукции, руб.:

$$\mathcal{E}_{cp} = C_б - C_n, \quad (8.57)$$

где  $C_n$  и  $C_б$  – себестоимость производства валовой продукции, соответственно, в новом и базовом вариантах, руб.

Экономический эффект за счет снижения расхода топлива, электроэнергии, затрат труда и других эксплуатационных расходов при неизменном объеме производства продукции, руб.,

$$\mathcal{E}_{cp} = \mathcal{Z}_\delta - \mathcal{Z}_n, \quad (8.58)$$

где  $\mathcal{Z}_n$  и  $\mathcal{Z}_\delta$  – эксплуатационные затраты при использовании техники, соответственно, по новому и базовому вариантам, руб.

В качестве базового варианта используют применяемые на предприятии технологии возделывания сельскохозяйственных культур или производства продукции животноводства; машины и оборудование для выполнения комплекса (или отдельных) работ; собственные силы или привлечение обслуживающих предприятий.

При определении экономической эффективности и выборе оптимального варианта также следует учитывать различные условия оплаты за приобретаемую технику.

#### *Оценка системы машин мобильных процессов*

**Наиболее распространенная оценка выбранной системы машин** (по сравнению с существующей) для возделываемой культуры ведется по показателям.

*Снижение затрат труда* можно подсчитать следующим образом, %:

$$\Delta \mathcal{Z}_T = \frac{\mathcal{Z}_{T.C.} - \mathcal{Z}_{T.H.}}{\mathcal{Z}_{T.C.}} \cdot 100, \quad (8.59)$$

где  $\mathcal{Z}_{T.C.}$  и  $\mathcal{Z}_{T.H.}$  – соответственно затраты труда на единицу работы при существующей и новой системах машин, ч/у.га.

*Рост производительности труда* выразится так, %:

$$\Delta W = \frac{W_C - W_H}{W_C} \cdot 100, \quad (8.60)$$

где  $W_C$  и  $W_H$  – соответственно, средняя сменная производительность одного механизатора при существующей и новой системах машин, у.га/см.

*Снижение прямых затрат* можно представить так, %:

$$\Delta \Pi = \frac{\Pi_C - \Pi_H}{\Pi_C} \cdot 100, \quad (8.61)$$

где  $\Pi_C$  и  $\Pi_H$  – соответственно, прямые затраты на 1 га возделываемых культур при существующей и новой системах машин, руб/га.

Размер годовой экономии определяется следующим образом, руб.:

$$\mathcal{E} = (P_C - P_H) \cdot F, \quad (8.62)$$

где  $F$  – площадь возделываемой культуры.

Срок окупаемости можно представить так, лет:

$$T_r = \frac{B_M - B_{OCT}}{\mathcal{E}}, \quad (8.63)$$

где  $B_M$  – балансовая стоимость внедряемой системы машин, руб.;

$B_{OCT}$  – остаточная стоимость заменяемой системы машин, руб.;

$\mathcal{E}$  – годовая экономия, руб.

Аналогичная экономическая оценка выполняется по отдельным агрегатам или машинам, включаемым в систему при ее доукомплектовании взамен других.

Учитывая, что каждая проводимая технологическая операция должна способствовать повышению урожая, необходимость ее осуществления обосновывается экономически.

Урожай  $U$  получается как сумма его прибавок от всех проводимых операций:

$$U = \sum_{i=1}^{i=k} \Delta U_i, \quad (8.64)$$

где  $\Delta U_i$  – прибавка урожая от  $i$ -той операции;

$i$  – количество операций.

На проведение каждой операции требуются затраты  $\Delta Z_i$ , а общие затраты на получение всей продукции равны сумме затрат от отдельных операций:

$$Z = \sum_{i=1}^{i=x} \Delta Z_i. \quad (8.65)$$

Исходя из экономической эффективности нужно, чтобы прибавка урожая от применения каждой последующей операции была много больше затрат на ее проведение, т.е.

$$\Delta U_i \gg \Delta Z_i. \quad (8.66)$$

Так обосновывается необходимость проведения технологических операций, а для одноименных – их количество.

Одно из решающих условий повышения эффективности системы машин – резервирование сельскохозяйственной техни-

ки и особенно тракторов. В этом случае весь машинно-тракторный парк подразделяется на основной и резервный. Основной парк закрепляется за производственными подразделениями, резервный находится в запасе (либо в данном хозяйстве – внутреннее резервирование, либо в межхозяйственном объединении – внешнее резервирование). Резервный парк используется в пиковые периоды сельскохозяйственных работ.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Как определяются потери урожая в зависимости от продолжительности выполнения технологических операций?
2. Как определяется оптимальная продолжительность выполнения технологической операции?
3. Какова методика составления расчетной таблицы?
4. Как определяется экономически целесообразный срок выполнения сельскохозяйственных работ?
5. В чем заключается сущность расчета технологических карт и определение состава МТП с использованием ЭВМ?
6. Какова методика построения графика потребности тракторов?
7. В чем заключается нормативный метод определения состава МТП?
8. Как определяются технико-экономические показатели использования машинно-тракторного парка?
9. Как определяются показатели уровня использования машинно-тракторного парка?
10. Какое значение имеет нормирование в повышении эффективности использования МТП?
11. Какова методика определения норм с помощью хронометражных наблюдений?
12. В чем сущность дифференцирования единой нормы выработки?
13. Как определить коэффициент дифференцирования нормы выработки и расхода топлива?
14. Как проверить правильность установления дифференцированных норм выработки и расхода топлива?
15. Как определяются показатели уровня использования техники?

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

**Агротехнические требования и оценка качества основных механизированных работ**

Требования	Агротехнические допуски	Техника замера, аппаратура, приспособления
1	2	3
<i>Пашота</i>		
Соблюдать агротехнические сроки	Изменение влажности от оптимальной на $\pm 5\%$	Почвенный влагомер, высушивание проб в боксах в сушильном шкафу
Оборот пласта должен быть полным, с заделкой пожнивных остатков, сорняков и удобрений	Единичные соломинки стерни на поверхности вспаханного поля	Проверка осмотром
Соблюдать заданную глубину, следить за равномерностью глубины вспашки	Отклонения на выровненных полях: оструктуренной почвы нормальной влажности $\pm 5\%$ ; бесструктурной пониженной влажности $\pm 10\%$ ; на полях с изрезанным рельефом $\pm 15\%$	По открытой борозде: глубиномером 3 раза в смену по 10-20 замеров в разных местах загона; по вспаханному полю; мерным стержнем с сантиметровыми делениями по диагонали загона через 20-30 м, среднее из 10-20 замеров уменьшают на 20% за счет впусценности почвы
Добиваться прямолинейности борозд. Не оставлять огрехов; выравнивать поверхность без разрывов между смежными проходами плуга при минимуме гребней и разъемных борозд; обрабатывать поворотные полосы	При проведении первой свальной борозды плуг регулируют так, чтобы первый корпус был заглублен на $\frac{1}{2}$ установленной глубины вспашки. Изменение ширины захвата плуга $\pm 10-15\%$ ширины захвата корпуса. Ширина поворотной полосы должна быть равна 4-6 захватам плуга, а глубина контрольной борозды – 8-10 см. Поворотные полосы опаживать всвал	Проверка прямолинейности осмотром; ширина захвата замеряется по длине гона в двух направлениях и определяется как средняя за 10 замеров (рулетка, колышки); опашка поворотных полос проверяется осмотром

Продолжение прил. 1

1	2	3
<i>Безотвальная обработка культиваторами-плоскорезами</i>		
Сохранять стерню на поверхности поля	В пределах 85%	Осмотром поля по диагонали. Подсчет заделки стерни на 1 м длины по ширине захвата
Соблюдать заданную глубину. Выравнивать взрыхленный слой по всей ширине захвата	Отклонения от заданной глубины $\pm 10\%$	Мерный стержень с сантиметровыми делениями. Замеряют по диагонали через рез 20-30 см
Выравнивать поверхность поля, не допуская гребнистости более установленной	Высота гребней – не более 5-6 см	Проверка выровненности осмотром по диагонали поля. Гребнистость замеряется мерным стержнем с сантиметровыми делениями
Не допускать увеличения в верхнем горизонте (0-5 см) количества эрозийно-опасных частиц почвы	95% частиц почвы должны быть более 1 мм	Проверка производится на отдельных участках на глубине 0-5 см. Отдельности замеряются пропуском порций почвы через сита с миллиметровыми отверстиями
<i>Весеннее боронование зяби и пара</i>		
Соблюдать агротехнические сроки	Изменение влажности от оптимальной на $\pm 5\%$	Почвенный влагомер или высушивание проб в бюксах в сушильном шкафу
Разрушать почвенную корку, взрыхлять верхний слой почвы, крошить глыбы на мелкие комья, выравнивать гребнистую поверхность поля	На выровненной поверхности с мелкокомковатой структурой размеры фракции почвы не должны превышать 3 см в диаметре. Верхний слой должен быть разрушен на глубину 4-5 см, допустимое отклонение – не более 10%	Проверка производится осмотром поля по диагонали. Отдельности замеряются мерной линейкой, глубина – мерным стержнем
Соблюдать установленную величину глубины бороздок, не оставлять огрехов, обрабатывать поворотные полосы	Глубина бороздок – не более 4 см. Смежные проходы агрегата производить с перекрытием на 10-15 см. Допускаются круговые заезды агрегата	Глубину бороздок проверяют мерным стержнем с сантиметровыми делениями, качество обработки поворотных полос – осмотром

Продолжение прил. 1

1	2	3
<i>Боронование озимых, пропашных культур и многолетних трав</i>		
Разрушать почвенную корку, взрыхлять верхний слой почвы	Разрушение верхнего слоя на глубину 2-4 см	Проверка производится осмотром по диагонали поля и замером мерным стержнем
Сохранять культурные растения от повреждений	Повреждение культурных растений не более 4-5%	Проверку осуществляют путем подсчета поврежденных культурных растений на 1 м <sup>2</sup>
Не оставлять орехов, заделывать поворотные полосы	Смежные проходы агрегата производить с перекрытием на 10-15 см. Поворотные полосы заделывать 2 проходами агрегата. Допускаются круговые заезды агрегата	Проверка производится осмотром поля
<i>Лущение жнивья</i>		
Соблюдать заданную глубину обработки, следить за равномерностью глубины лущения	Допустимое отклонение от заданной глубины ±15%	Глубина обработки проверяется в течение смены в 3-5 местах длины гона по всей ширине захвата агрегата; замер осуществляется мерной линейкой
Добиваться получения мелкокомковатой структуры верхнего слоя; перемешивать почву с пожнивными остатками. Поверхность взлущенного поля должна быть слитной	Величина комков – не более 3 см, высота валиков между смежными проходами лущильника – не более 8-10 см	Проверка осуществляется осмотром поля по диагонали. Замеры производятся мерной линейкой
Полностью подрезать сорные растения	Отсутствие неподрезанных сорных растений	Проверка производится осмотром отдельных участков
Не допускать пропусков и орехов, обрабатывать поворотные полосы	Смежные проходы агрегата проводить с перекрытием 10-15 см. Поворотные полосы заделывать 2 проходами агрегата. Допускаются круговые заезды агрегата	Проверка производится осмотром поля по диагонали

Продолжение прил. 1

1	2	3
<i>Внесение удобрений</i>		
Соблюдать установленные нормы внесения	Отклонения – не более 5% по весу	Проводится контроль за работой высевочных аппаратов, за расходом семян удобрений из емкостей. Норма высева проверяется на контрольной площади 0,15-1,0 га
Равномерно распределять удобрения по поверхности поля	Отклонения от среднего высева на единицу площади: для органических удобрений – 10%, для органоминеральных, минеральных и жидких – 5%	Контроль производится осмотром поля по диагонали. Контролируется работа отдельных высевочных аппаратов
Немедленно заделывать удобрения, кроме легкорастворимых	Удобрения должны быть заделаны полностью	Проверяется осмотром поля по диагонали
Соблюдать заданную глубину и расстояние от рядков при внесении удобрений одновременно с посевом и при подкормке	Отклонения по глубине внесения и расстояния от рядков не должны превышать 15%	Замер глубины внесения и расстояния от рядков производится мерной линейкой в отдельных местах по вскрытым рядкам
<i>Сплошная культивация</i>		
Соблюдать заданную в каждом отдельном случае глубину обработки и равномерность глубины	Отклонения от заданной глубины $\pm 10\%$ . Неровность дна взрыхленного слоя – не более $\pm 2$ см	Средняя глубина культивации проверяется в 3 местах по длине гона по всей ширине захвата агрегата мерной линейкой углублением ее в рыхлый слой до дна при выровненных бороздках. Выровненность дна проверяется в 1-2 местах при удаленном взрыхленном слое почвы по всей ширине захвата наложением на дно линейки

Продолжение прил. 1

1	2	3
<p>Добиваться получения мелкокомковатой структуры верхнего слоя, оптимальной высоты гребней</p>	<p>Размер комочков в поперечнике – не более 3 см. Высота гребней и глубина бороздок – не более 3-4 см</p>	<p>Замеры комочков производят мерной линейкой (10-15 замеров). Гребнистость проверяется в трех местах по длине гона и всей ширине захвата агрегата при помощи двух линеек</p>
<p>Не допускать выворачивания рабочими органами нижнего влажного слоя почвы на поверхность поля</p>	<p>На поверхности поля не должно быть вывороченной почвы нижнего влажного слоя</p>	<p>Проверка производится осмотром поля по диагонали</p>
<p>Полностью подрезать сорные растения</p>	<p>Сорные растения должны быть подрезаны полностью</p>	<p>Полноту подрезания сорняков проверяют не менее чем в 5 местах по диагонали поля на площадках в 1 м длиной по ширине захвата агрегата</p>
<p>Не допускать пропусков и отрезков. Заделывать поворотные полосы</p>	<p>Смежные проходы агрегата производить с перекрытием 10-15 см. Отбивать поворотные полосы бороздой глубиной 8-10 см. Заделка поворотных полос производится 2 или 4 проходами агрегата в зависимости от способа поворота</p>	<p>Проверка производится осмотром поля по диагонали</p>
<p><i>Посев зерновых культур и трав</i></p>		
<p>Соблюдать равномерность высева семян по всей площади и в рядах и их заделку на заданную глубину</p>	<p>Завершать посев на одном поле в 1-2 дня. Установленное требованием количеством зерен на 1 пог.м – в зависимости от нормы высева, ширины междурядий и абсолютного веса зерна Отклонение средней глубины заделки от заданной не должно превышать:</p>	<p>Равномерность высева контролируется подсчетом зерна на 1 пог.м ряда при открытых бороздах и сравнивается с заданным. Проверка равномерности глубины заделки производится после 2-3 передних и 2-3 задних сошников, не идущих по следам колес трактора и сцепки. Вскрыть бороздки по длине 10-20 см до</p>

Продолжение прил. 1

1	2	3
	<p>3-4 см <math>\pm</math>0,5 см;                      4-5 см <math>\pm</math>0,7 см;                      6-8 см <math>\pm</math>1,0 см.                      Не оставлять незаделанных семян на поверхности поля</p>	<p>нахождения семян, произвести не менее 10 замеров глубины заделки вскрытых семян с помощью двух линеек отдельно по передним и задним сошкам.                      Определить средние значения</p>
<p>Соблюдать установленные нормы высева</p>	<p>Допустимые отклонения от нормы: для зерновых культур <math>\pm</math>3%, для семян трав <math>\pm</math>4%</p>	<p>Контролируется работа высевающих аппаратов, уровень засыпки семян в емкостях, работа сошников. С помощью шаблона проверяется соответствие установленной длины рабочей части катушек.                      Норма высева ревизируется на контрольной площади 0,5-1,0 га.</p>
<p>Добиваться прямолинейности рядков. Сохранять установленную величину междурядий</p>	<p>Отбивка загонов, провешивание рядковых проходов. Отклонение ширины основных междурядий от установленных – не более <math>\pm</math>8%, стыковых междурядий между смежными селками в агрегате <math>\pm</math>1 см</p>	<p>Вешки, колья. Проверка ширины стыковых междурядий производится по вскрытым бороздам крайних сошников двух смежных сеялок замером расстояния между найденными зернами с помощью двух линеек с делениями</p>
<p>Не оставлять огрехов и не допускать пересевов. Заделывать поворотные полосы</p>	<p>Величина отклонения стыковых междурядий смежных проходов агрегата не более <math>\pm</math>2,5 см. Заделку поворотных полос производить четырьмя проходами агрегата</p>	<p>Проверка ширины стыковых междурядий производится по вскрытым бороздам крайних сошников двух смежных проходов агрегата замером расстояния между найденными зернами перпендикулярно движению с помощью двух мерных линеек</p>

Продолжение прил. 1

1	2	3
<i>Посадка картофеля</i>		
Клубни высаживать равномерно по всей площади, в каждое гнездо или по длине ряда с одновременным внесением удобрений	При рядковой – по одному через 25, 30, 35, 40 см с допустимым отклонением в размещении их $\pm 8\%$ . Вес клубней – 50-70 г	Высадку клубней проверяют по открытым гнездам или рядкам по всей ширине захвата агрегата
Соблюдать установленную глубину заделки клубней, равномерность глубины	При гладкой посадке глубины – 8-14 см, при гребневой – 10-18 см в зависимости от почвенных условий. Отклонения допустимы в пределах $\pm 2$ см	Глубина заделки проверяется с помощью мерных линеек по открытым гнездам и рядкам
Следить за прямолинейностью продольных и поперечных рядков, соблюдать установленную ширину междурядий	Допустимые отклонения: ширина основных продольных междурядий $\pm 2$ см; стыковых $\pm 10$ см	Проверка размещения гнезд в поперечных рядках производится по открытым 12 гнездам в трехкратной повторности замером мерной линейкой и шнуром; ширина стыковых междурядий проверяется замером расстояния между открытыми гнездами и рядками двух смежных рядков крайних сошников при двух проходах агрегата
<i>Посадка рассады овощных культур</i>		
Рядки должны быть прямолинейными при одинаковой ширине междурядий	Отклонение ширины междурядий: для основных $\pm 2$ см, стыковых $\pm 7$ см.	Проверка ширины стыковых междурядий производится замером мерной линейкой в 10-15 местах; основных междурядий – в 10 местах на каждом междурядье по ширине захвата
Соблюдать установленную глубину посадки	Отклонение от заданной глубины допускается в пределах 10-15%	Проверка глубины посадки производится в рядках, посаженных разными секциями при подкопанных растениях, замером мерной линейкой

Продолжение прил. 1

1	2	3
Плотно обжимать рассаду и присыпать почвой, одновременно поливать под корень	Присыпание почвой – на 2-4 см. Количество воды под каждый корень – 0,3-0,45 л в зависимости от состояния почвы	Плотность заделки рассады проверяют на 30-50 растениях в рядках, посаженных разными секциями машинами, путем вытягивания ее за листья. Толщину слоя почвы замеряют мерной линейкой у 50-60 растений. Контроль нормы полива проверяют в процессе работы по мернику
Не допускать повреждаемости ма-шинной листвы, стеблей и корней растений	Поврежденных листьев быть не должно	На повреждаемость проверяются высаженные в рядки растения в нескольких местах по 10-15 штук
Не допускать пропусков в посадке растений, не засыпать их почвой	Проверять наличие растений в рядках через установленный интервал	Пропуски и засыпка проверяются осмотром растений по рядкам
<i>Междурядная обработка кукурузы и подсолнечника</i>		
Соблюдать установленную глубину обработки, равномерность глубины	Отклонение от заданной глубины не должно превышать $\pm 15\%$	Проверка глубины обработки производится мерными линейками в 2-3 местах по длине гона и по всей ширине захвата агрегата в каждом междурядье углублением линейки в рыхлый слой до дна в предварительно заравненных бороздках
Полностью подрезать сорные расте-ния	Полосные лапы устанавливаются с перекрытием 25-30 мм	Полноту подрезания сорняков проверяют в 3 местах по диагонали поля на площадках длиной в 1 м во всех основных междурядьях, сделанных за один проход
Не допускать повреждений или за-сыпания землей культурных расте-ний	Защитные зоны при 1-2-й культивациях; для стрельчатых лап – 120 мм, для бритв – 100 мм, при последующих культивациях – 150 и 100 мм. Отклонения ширины защитной зоны допускаются $\pm 2$ см от заданной	Ширина защитной зоны определяется путем замера линейкой ширины защитной полосы и делением показаний на два

Продолжение прил. 1

1	2	3
<p>Поверхность взрыхленных междурядий должна быть ровной</p>	<p>Не допускается выворачивание нижнего влажного слоя почвы на поверхность поля. Глубина бороздок не должна превышать 4 см</p>	<p>Гребнистость поверхности обработанных междурядий измеряется мерной линейкой в двух местах по длине гона и всей ширине захвата культиваторов. Выворачивание нижнего слоя проверяется осмотром в трех местах по диагонали поля</p>
<p><i>Уборка силосных культур</i></p>		
<p>Соблюдать установленную высоту среза силосных культур</p>	<p>Высота среза для толстостебельных культур должна быть не более 10 см, для трав – не более 6 см при скашивании косилками и, соответственно, 15 и 8 см – при уборке комбайнами</p>	<p>Проверка производится замером высоты среза мерной линейкой на разных участках на 1 пог. м или 1 м<sup>2</sup></p>
<p>Соблюдать необходимую длину резки силосной массы</p>	<p>Длина резки должна быть 30-40 мм, количество массы с длиной резки свыше 50 мм – не более 5%</p>	<p>Проверка производится с помощью мерной линейки при разделении силосной массы на фракции по весу</p>
<p>Следить за непрерывностью потока кошения, измельчения, транспортировки и последующих операций</p>	<p>Обеспечивать непрерывность потока для загрузки силосной емкости в оптимальный срок</p>	
<p><i>Уборка трав на сено</i></p>		
<p>Производить низкий, одинаковый по высоте срез травы и укладывать ее в прямолинейные рядки или валки</p>	<p>Для естественных трав высота среза устанавливается 4-6 см, для сеяных – 6-8 см</p>	<p>Высота среза растений и заминание режущими аппаратами косилок определяется в трех местах с каждой длиной стороны загона – в начале, середине и конце. Применяется мерная линейка</p>
<p>Собирать провяленную траву из рядков в прямолинейные валки правильной формы с значительной плотностью укладки</p>	<p>Вес валка – 2-4 кг в 1 пог. м</p>	<p>Качество сгребания сена проверяется 2-3 раза в смену в различных местах загона: в начале, середине и конце. Скошенная трава должна быть полностью собрана</p>

Продолжение прил. 1

1	2	3
<p>Правильно обрачивать валки на поворота</p>	<p>Поворот валка производится на 180°. Валки должны быть повернуты равномерно</p>	<p>Качество обрачивания валков проверяется 2-3 раза в смену в различных местах загона</p>
<p>Полный сбор сена из валков в крупные копны или прессование в тюки</p>	<p>Влажность сена должна быть 25-30%, при прессовании – 22-25%. Плотность прессования – 120-180 кг в 1 куб.м. Вес копен – 300-500 кг</p>	<p>Полноту сбора сена определяют в трех местах с каждой длинной стороны загона. Качество копнения определяется по величине, форме и плотности укладки сена, завершенности копен, прямолинейности их расположения</p>
<p><i>Уборка зерновых культур комбайнами</i></p>		
<p>Соблюдать установленную высоту среза хлебов, предупреждая потери зерна за жаткой комбайна. Обеспечивать полный сбор соломы</p>	<p>Высота среза устанавливается в каждом отдельном случае в зависимости от условий работы и состояния хлебов в пределах 15-20 см</p>	<p>Высоту среза и потери за жаткой проверяют наложением на поверхность поля рамки в 1 м<sup>2</sup>, в пределах которой мерной линейкой замеряют высоту среза, собирают оставшиеся срезанные и несрезанные колосья. Колосья вытирают и зерно взвешивают. Определяют средние показатели потерь зерна и высоту среза. Наложение рамок вдоль каждой длинной стороны загона повторяют трехкратно</p>
<p>Не допускать потерь за молотилкой комбайна</p>	<p>Колосья должна быть полностью вымолочены. Свободное зерно не должно идти сходом в солому и полу</p>	<p>Качество работы молотилки определяется содержанием свободного зерна и неомолоченных колосьев в соломе и полуе путем повторного пропуска через очищенную молотилку 2-3 копен соломы и одной копны полуе. Собранное зерно взвешивается и производится пересчет потерь на 1 га при приведенной влажности 14-15%</p>

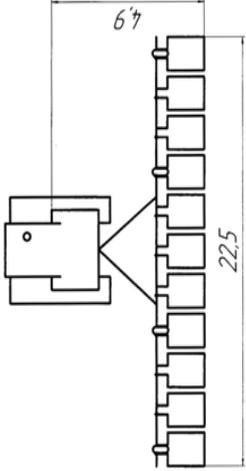
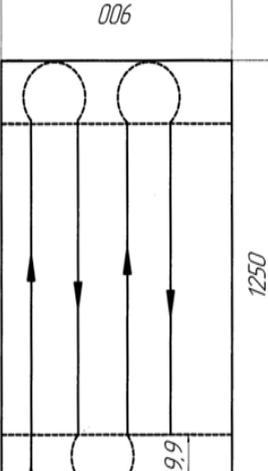
Продолжение прил. 1

1	2	3
<p>Одновременно с уборкой собирать солому и полосу в копны, которые располагать прямолинейно</p>	<p>Солома и полоса укладываются в копны, располагающиеся в ряды. Не допускается растягивание их при выброске из копнителей, смещение в рядах</p>	<p>Расположение копен и укладка их проверяются осмотром по рядам</p>
<p>Тщательно убирать солому и полосу с полей вслед за комбайнами и укладывать в скирды и ометы</p>	<p>Поле должно быть полностью очищено от соломы и половы. Скирды и ометы должны иметь соответствующую стандартизированную форму</p>	<p>Поле проверяется осмотром по диагонали</p>
<p><i>Уборка кукурузы</i></p>		
	<p>Уборка на силос производится в состоянии молочно-восковой спелости, на зерно – в фазе восковой или полнотной спелости</p>	
<p>Соблюдать установленную высоту среза стеблей</p>	<p>Высота среза стеблей не должна превышать 10-15 см. Отклонения от установленной допускаются на <math>\pm 10\%</math></p>	<p>Высота среза измеряется мерной линейкой на 1 пог. м трехкратно с двух сторон загона. Определяются средние значения</p>
<p>Измельчать листостебельную массу на установленную длину</p>	<p>Длина сечки (резки) – 20-45 мм</p>	<p>Длина резки измельченной массы определяется мерной линейкой</p>
<p><i>Уборка сахарной свеклы</i></p>		
<p>Добиваться полного подкапывания корней и чистоты тербления</p>	<p>Количество недокопанных корней не должно превышать 1,5%, а невыбранных – 2%</p>	<p>По диагонали поля выделяются 5 контрольных площадок шириной, равной захвату агрегата, и длиной 20 м. На площадках подсчитывается общее количество корней до уборки и количество недокопанных и невыбранных корней после прохода комбайна</p>

## Окончание прил. 1

1	2	3
Не допускать механических повреждений на выкопанных корнях	Кондиционных корней должно быть 75-95%. При комбайновой уборке допускается косой срез ботвы на 1,5 см ниже основания черешков. Корни должны быть очищены от земли	Процент кондиционных корней по высоте и чистоте среза и отсутствию механических повреждений определяется путем сортировки контрольной пробы из 100 штук корней, взятых из пяти куч, размещенных на поле по диагонали
<i>Уборка картофеля</i>		
Добиваться полного подкапывания клубней и укладывать их на поверхность почвы узкими рядами или собирать в тележки	Количество невыкопанных и оставленных на поверхности клубней при комбайновой уборке не должно превышать 10%. Ряды укладки при уборке копилителями должны быть шириной не более 0,8 м	Контроль за качеством уборки производится в процессе работы 2-3 раза за смену. Качество подкапывания проверяют путем откапывания всех оставшихся клубней после прохода машины на расстояние 5-10 м и последующего их взвешивания
Клубни при уборке не должны повреждаться повреждению. Отделять клубни от стеблей и земли	Количество клубней с забитыми и неглубокими царапинами не должно превышать 2%, порезанных – 1,5%, не отделенных от стеблей и земли – 5%; количество примесей (земли, камней, ботвы) в собранном картофеле – не более 2% по весу	Чистоту и повреждение собранного картофеля проверяют в корзинах, контейнерах или ящиках у весов путем отбора и раздельного взвешивания примесей и чистого картофеля с подразделением на поврежденный и резаный
<i>Снегозадержание</i>		
Правильно располагать снежные валки	Снежные валки располагаются поперек господствующих ветров	Проверка производится осмотром поля
Соблюдать установленные расстояния между валками	На полях (участках) с ровным рельефом – 8-10 м, на склонах – 6-8 м	Замер производится мерной лентой (рулеткой)
Соблюдать параметры поперечного сечения валка	По высоте валок должен быть не менее 0,5-0,6 м, по ширине – 0,7-0,8 м	Замер производится мерной линейкой
Не допускать обнажения грунта, повреждения растений озимых культур	Отсутствие обнаженных участков	Поле проверяется осмотром

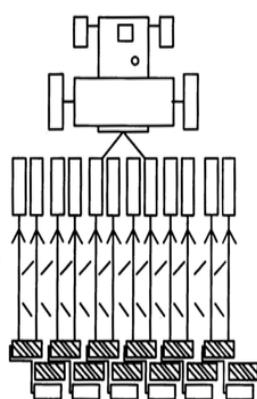
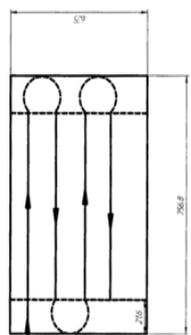
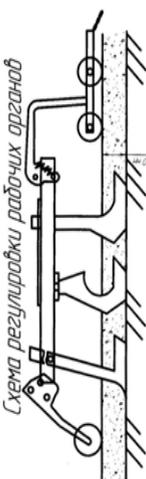
# Боронование

Наименование групп показателей	Показатели, параметры	Схемы
Условия работы	Площадь поля 112,5 Размер поля 1250x900м Рельеф 2 % Агротехнические требования и допускаемые отклонения от норм 4-6 см, отклонения ±1см Гребнистость почвы 2-3см Озари и не допускаются.	 <p>Схема агрегата в поле</p>
Составляющая технологическая характеристика МТА	Марка трактора ДТ-75М Марка СХ машин БЗС-1 Количество Б/Х 2/2 Вид боронной обработки 2/2, 2/2	 <p>Схема поля и способов движения МТА</p>
Поле и способ движения агрегата на поле	Способы движения челночный Вид обработки петляющий Ширина боронной полосы 6,9 м Заделка боронных полос встречный	
Режимы работы и производительность	Скорость движения 6 км/ч Рабочая передача 10,2 га Часовая производительность 0,9 кг/га Потребный расход топлива 14 руб/га Затраты на ТО 3,24 руб/га Затраты на зарплату 6,1 руб/га Затраты труда 0,06 чел час/га	69,9
Экономическая оценка работы на МТА	Затраты на ТО 3,24 руб/га Затраты на зарплату 6,1 руб/га Затраты труда 0,06 чел час/га	69,9
Контроль качества работы	Глубина рыхления линейной Выравниваемость поверхности осмотровой Комковатость с помощью ражки	1250

Посев зерновых культур

Показатель	Значение	Схема
<b>ПОЛЕ</b> 1- тип, м - Ровность, % - Аэрированность - Ширина подрабочей лопастки, м (Е) - Ширина зазора, м (Е)	1200x650 2 приближенная 28,8 3%±0,8	
<b>ВИД РАБОТ</b> Норма высева, кг/га Аэрированность парафурона - отклонения от нормы высева семян, % - отклонения стандартной межрядной, см - для смежных рядов, см - отклонение от заданной глубины, см	пшеница 210 ±(15-25) ±(2-3) ±(5-6) ±1	
<b>АГРЕГАТ</b> Трактор Селекжа Силена Ширина заплата, м (В) Высота переднего правого, м (К, Г) Высота переднего левого, м (В, Г) Стандартная межрядность, м (В) Парафурон Рабочая скорость, об/мин, м/ч	Т-44 СЭП-3,6 СП-11 А-4 6,86 6,86 0,15 7 8,4	
<b>ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ МТП В ПОЛЕ</b> - способ обильности - способ подбора - запас семян на норму высева, м (В) - расстояние между лопастками заправки, м (С) - количество семян для одной заправки, кг - время парковки между заправками, мин - норма высева, кг/га, га/ч - расход ГСМ, л/га	мелочный зонный ленточный 4-280 2 57,6 15,2 25 2 2,1	
<b>КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ</b> Показатель 1 Отклонение фактической нормы высева семян от заданной, % 2 Отклонение фактической глубины посева семян от заданной, % 3 Отклонение ширины стандартной межрядной от нормы стандартизованной для смежных рядов, и проходов, см	Доля 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	

Междурядная обработка сахарной свеклы

Наименование групп показателей	Показатели нормы	Схемы
Условия работы	Размер поля 800х625м Удельное стартоубыление 1,6 кт/м	 <p>Схема агрегата в поле</p>
Агротехнические требования и допускаемые отклонения от нормы	Рельеф 2 % Глубина обработки 8 см Отклонения от нормы ±1см Гребнистость почвы 2,5см	 <p>Схема поля и способов движения МТА</p>
Составляющая технологическая характеристика МТА	Марка трактора МТЗ - 80 Марка с/х машин ЗСМК - 5,4 Ширина захвата 5,4м Длина выезда 0,5 м	
Поле и способ движения агрегата на поле	Способы движения челночный петляевой Вид обработки 2П,6м Ширина пахотной полосы 27,6м Заделка пахотных полос вкрутую Коэффициент рабочих ходов 0,94	
Режимы работы и показатели производительности, контроль качества	Скорость движения 1 км/ч Часовая производительность 3,18 га Производительность за смену 19,6 га Расход топлива 3,9 кг/га Крестьянство Методика измерения дольная	 <p>Схема регулировки рабочих органов</p>

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анискин В.И. Тракторный парк России: развитие и научное обоснование / В.И. Анискин, Н.М. Антышев, Н.И. Бычков и др. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1999. № 12. С. 24-28.

2. Баутин В.М. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства / В.М. Баутин, В.Е. Бердышев, Д.С. Буклагин, Н.И. Стружкин, К.З. Кухмазов. М.: Колос, 2000. 536 с.

3. Веденяпин Г.В. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Г.В. Веденяпин, Ю.К. Киртбая, М.П. Сергеев. М.: Колос, 1968. 342 с.

4. Диденко Н.К. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Н.К. Диденко. Киев: Высшая школа, 1977. 390 с.

5. Завора В.А. Курсовое и дипломное проектирование по эксплуатации машинно-тракторного парка / В.А. Завора, В.И. Чулков, М.В. Жуков, С.Н. Васильев. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2001. 190 с.

6. Завора В.А. Современные направления в использовании техники при индустриальной технологии возделывания и уборки зерновых культур в условиях Алтайского края / В.А. Завора. Новосибирск, 1991. 37 с.

7. Завора В.А. Пути совершенствования механизированной технологии возделывания картофеля в условиях Алтая / В.А. Завора. Барнаул, 1995. 56 с.

8. Завора В.А. Расчет состава машинно-тракторных агрегатов / В.А. Завора, В.И. Чулков. Барнаул, 1987. 58 с.

9. Завора В.А. Основы эксплуатации и ремонта агроагрегатов / В.А. Завора, Б.И. Коган, М.В. Чибряков. Кемерово, 2004. 426 с.

10. Завора В.А. Совершенствование технологий уборки картофеля / В.А. Завора // Совершенствование технологий и технологических средств в АПК: тр. АГАУ. Барнаул, 1999.

11. Завора В.А. Предпосылки к обоснованию поступательной скорости и производительности фрезерного культиватора / В.А. Завора // Совершенствование технологий и технических средств в АПК: тр. АГАУ. Барнаул, 1999.

12. Завора В.А. Машинно-технологические станции и их техническое обеспечение / В.А. Завора // Вестник ЧГАУ. 2004. Т. 42.
13. Завора В.А. Основы эксплуатации мобильных сельскохозяйственных агрегатов / В.А. Завора. Барнаул, 2004. 256 с.
14. Зангиев А.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / А.А. Зангиев, А.В. Шпилько, А.Г. Левшин. М.: Колос, 2003. 320 с.
15. Зангиев А.А. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка / А.А. Зангиев, Г.П. Лышко, А.Н. Скороходов. М.: Колос, 1996. 314 с.
16. Зангиев А.А. Комплектование ресурсосберегающих машинно-тракторных агрегатов / А.А. Зангиев. М.: МИИСП, 1991.
17. Иофинов С.А. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка / С.А. Иофинов, Э.П. Бабенко, Ю.А. Зуев. М.: Агропромиздат, 1985.
18. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / С.А. Иофинов, Г.П. Лышко. М.: Колос, 1984. 350 с.
19. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / С.А. Иофинов. М.: Колос, 1974. 480 с.
20. Кармановский Л.П. Научно-технический прогресс в инженерно-технической сфере АПК / Л.П. Кармановский // Техника в сельском хозяйстве. 1993. № 1.
21. Краснощеков Н.В. Адаптивное техническое обеспечение земледелия (концепция) / Н.В. Краснощеков // Техника в сельском хозяйстве. 1993. № 1.
22. Краснощеков Н.В. Основные научные положения технической политики в АПК / Н.В. Краснощеков // Техника в сельском хозяйстве. 1993. № 3.
23. Ксеневиц И.П. Лидер мирового рынка тракторов после 2000 года / И.П. Ксеневиц, И.П. Мацаренко // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1995. № 5, 6.
24. Ксеневиц И.П. Рациональный перспективный ряд сельскохозяйственных тракторов / И.П. Ксеневиц, М.И. Ляско, Е.И. Мининзон, А.П. Парфенов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1995. № 11.

25. Ксеневи́ч И.П. Ходовая система – почва – урожай / И.П. Ксеневи́ч, В.А. Скотников, М.И. Ляско. М.: Агропромиздат, 1985.

26. Ксеневи́ч И.П. Проблемы и перспективы мобильной энергетики / И.П. Ксеневи́ч, В.А. Русанов, В.Г. Шевцов // Научные труды ВИМ. 2000. Т. 133.

27. Лачуга Ю.Ф. К теории тягового сопротивления почвообрабатывающих машин / Ю.Ф. Лачуга, Н.М. Флейшер // Труды высшей земледельческой школы. Прага, 1985.

28. Лачуга Ю.Ф. Рабочие поверхности минимального тягового сопротивления / Ю.Ф. Лачуга, Н.М. Флейшер // Материалы научной конференции университета В. Пика. Берлин; Росток, 1989.

29. Линтварев Б.А. Научные основы повышения производительности земледельческих агрегатов / Б.А. Линтварев. БТИ: ГОСНИТИ, 1962. 603 с.

30. Охотников Б.Л. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Б.Л. Охотников. Екатеринбург, 2003. 114 с.

31. Плаксин А.М. Энергетическая оценка машинно-тракторных агрегатов и технологий в растениеводстве / А.М. Плаксин. Челябинск: ЧГАУ, 1999. 33 с.

32. Плаксин А.М. Методика энергетической оценки машинно-тракторных агрегатов / А.М. Плаксин // Вестник ЧГАУ. 2000. Т. 31.

33. Плаксин А.М. Состояние и стратегия машинно-технологического обеспечения сельского хозяйства / А.М. Плаксин // Вестник ЧГАУ. 2004. Т. 42.

34. Плаксин А.М. Энергетика мобильных агрегатов в растениеводстве / А.М. Плаксин. Челябинск, 2005. 204 с.

35. Русанов В.А. Проблема переуплотнения почвы движителями и эффективные пути ее решения / В.А. Русанов. М.: ВИМ, 1998.

36. Самсонов В.А. Основы теории мобильных сельскохозяйственных агрегатов / В.А. Самсонов, А.А. Зангиев, Ю.Ф. Лачуга и др.. М.: Колос, 2000. 248 с.

37. Свирщевский Б.С. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Б.С. Свирщевский. М.: Гос. изд-во с.-х. литературы, 1950. 504 с.

38. Стратегия машинно-технологического обеспечения производства сельскохозяйственной продукции России на период до 2010 года. М.: РАСХН, МСХ РФ, 2003. 64 с.
39. Терских И.П. Надежность процесса уборки зерновых прямым комбайнированием / И.П. Терских, Н.И. Овчинникова, В.М. Вильчинский. Иркутск: ИГСХА, 2002. 360 с.
40. Фортуна В.И. Эксплуатация машинно-тракторного парка / В.И. Фортуна. М.: Колос, 1979. 376 с.
41. Хробостов С.Н. Эксплуатация машинно-тракторного парка / С.Н. Хробостов. М.: Колос, 1973. 608 с.
42. Черепанов С.С. Использование земледельческих агрегатов / С.С. Черепанов. В 2-х ч. М.: Росинформагротех, 2000. Ч. 1. 360 с.; Ч. 2. 308 с.
43. Черепанов С.С. Совершенствование машиноиспользования в сельском хозяйстве / С.С. Черепанов. М.: ГОСНИТИ, 1998. 212 с.
44. Шаров Н.М. Эксплуатационные свойства машинно-тракторных агрегатов / Н.М. Шаров. М.: Колос, 1981. 240 с.

*Учебно-теоретическое издание*

*Завора Виктор Алексеевич  
Толокольников Владимир Иванович  
Васильев Сергей Николаевич*

**ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ И РАСЧЕТА  
МОБИЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

*Учебное пособие*

Редактор С.И. Тесленко  
Технический редактор Н.В. Гаршина

ЛР № 020648 от 16 декабря 1997 г.

---

Подписано в печать 12.11.2007 г. Формат 60x84/16. Бумага для множительных аппаратов. Печать ризографная. Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 20. Уч.-изд. л. 13,3. Тираж 500 экз. Заказ №

Издательство АГАУ  
656049, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98  
62-84-26

Отпечатано в типографии ООО «Азбука»  
Лицензия на полиграфическую деятельность  
ПЛД № 28-51 от 22.07.1999 г.  
г. Барнаул, пр-т Красноармейский, 98а  
тел. 62-91-03, 62-77-25  
E-mail: azbuka@rol.ru