

ПРИМЕНЕНИЕ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ

1. ПРИМЕНЕНИЕ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ В ТРАНСПОРТНОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Зарубежный опыт и результаты выполненной Украинским научно-исследовательским институтом металлов работы по выявлению потребности народного хозяйства Украинской ССР в гнутых профилях показывают, что одной из отраслей народного хозяйства, потребляющих гнутые профили в значительных количествах, должно являться транспортное машиностроение.

Применение гнутых профилей в транспортном машиностроении даст возможность сэкономить до 18% металла, расходуемого на изготовление подвижного железнодорожного состава, и, кроме того, даст большую экономию средств от сокращения трудовых затрат и эксплуатационных расходов, высвободит дорогостоящее кузнечно-прессовое оборудование. Снижение эксплуатационных расходов с одного вагона при облегчении его на 1 т составит 75 руб. в год.

При сохранении тех же прочностных качеств гнутые профили снижают вес конструкций вагонов, полувагонов, думпкаров, платформ и других видов подвижного железнодорожного состава. Одновременно возникает возможность увеличения перевозок полезных грузов, уменьшается сила тяги, сокращается износ путей и резко снижается расход металла.

Гнутые профили для этой отрасли промышленности производятся в основном из низколегированной стали 09Г2, небольшая часть профилей — из углеродистой стали.

К наиболее массовым профилям, применяющимся в транспортном машиностроении, относятся: зетобразные — 22%, швеллеры — 18%, корытообразные — 9%, угольники — 5% от общей потребности по этой отрасли. Остальные 46% потребности составляют специальные профили самой различной конфигурации (34 профилеразмеров).

В настоящее время в транспортном машиностроении гнутые профили нашли самое широкое применение, а именно: в конструкциях платформ, думпкаров, полувагонов, пассажирских и товарных вагонов, тепловозов, электровозов, вагонов метро, цистерн, вагонов специального назначения и др. Из гнутых профилей (полу-

чаемых в настоящее время методом штамповки) изготавливаются рамы, борта, стойки, козырьки, двери, обвязки и другие элементы.

В конструкциях платформ, по данным днепродзержинского вагоностроительного завода им. газеты «Правда», гнутые профили могут применяться для изготовления продольных и поперечных бортов платформы (рис. 8,а), рамы, стоек. В конструкциях думпкаров из гнутых профилей могут изготавливаться балки (рис. 8,б) и козырьки (рис. 8,в) верхней продольной рамы, торцовые стенки —

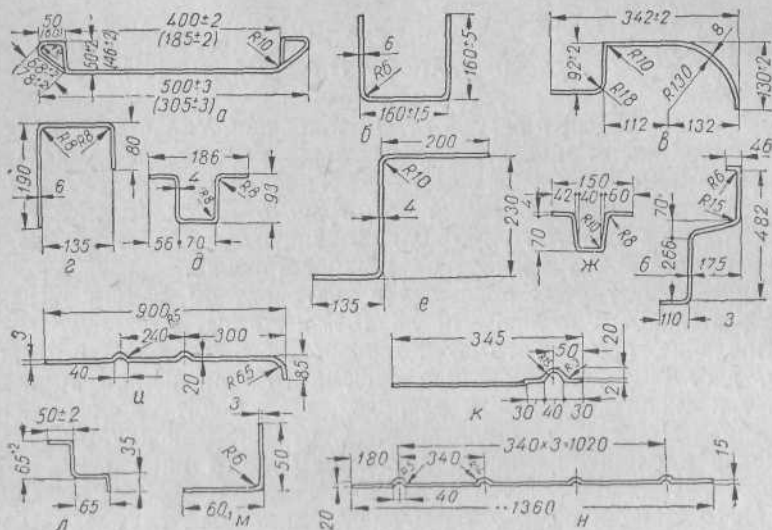


Рис. 8. Гнутые профили для транспортного машиностроения.

угольник $200 \times 115 \times 6$ мм, наружные борта, нижние пояса бортов — угольник $270 \times 64 \times 7$ мм, боковины — швеллерный профиль $200 \times 160 \times 110$ мм. Так, по данным Калининградского вагоностроительного завода, применение в конструкции думпкара 4ВС-50 только одного гнутого профиля для козырька верхней рамы даст снижение веса вагона на 245 кг.

В конструкциях четырех-, шести- и восьмиосных полувагонов грузоподъемностью 62,94 и 125 т гнутые профили могут успешно применяться для усиливающих балочек крышек разгрузочных люков (рис. 8, ж и 9,а), средней детали люка (рис. 8,д и 9,б), шкворневых стоек (рис. 9,в, ж), стоек боковых стен полувагонов (рис. 9,г), средней стойки (рис. 9,з), обвязки верхнего пояса кузова (рис. 8,з и 9, е, з), для всех раскосов (рис. 9,и), верхних листов шкворневых и поперечных балок, хребтовых балок (рис. 8,з), в конструкции порога (рис. 9, к) вместо нижних угольников поперечных балок.

Гнутые корытообразные профили употребляются взамен боковых стоек из специального проката. Специальный гнутый профиль, показанный на рис. 9, м, может быть применен взамен штампованных угловых стоек. Зетобразные гнутые профили успешно могут применяться для стоек торцовых стен полувагонов (8, е и 9, д, л).

Для цельнометаллических пассажирских вагонов из профилированного металла изготавливаются нижний (рис. 8, и) и верхний

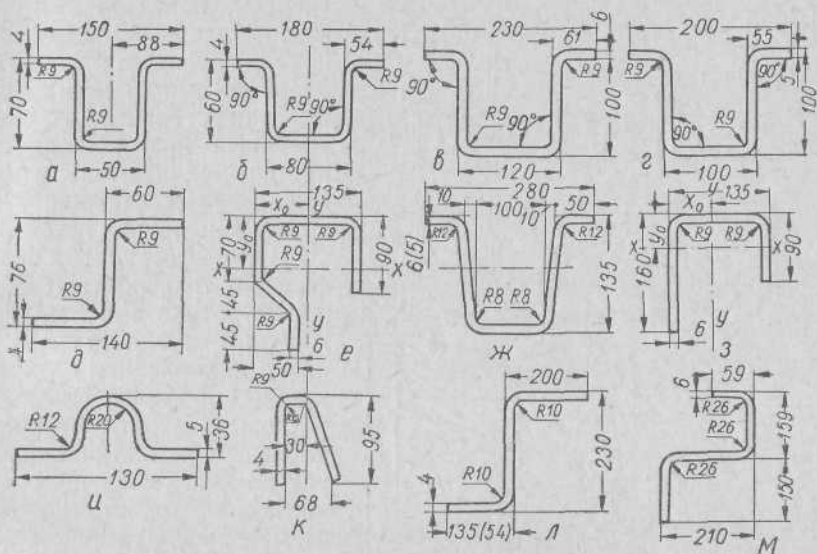


Рис. 9. Гнутые профили, применяющиеся в конструкциях 62-, 94- и 125-тонных полувагонов.

(рис. 8, к) пояса, боковые стенки, оконные стойки, дуги для крыши (рис. 8, л), обвязка вагонов (рис. 8, м), кровельные гофрированные листы (рис. 8, н) и т. д.

В тепловозостроении гнутые профили применяются для изготовления каркаса, обвязки боковых стенок, декоративной обшивки, щитов крепления приборов, обхватывающих скоб, планок, боковин, набора крыши, балок, стоек желобов, внутренней обшивки кузова над двигателем, внутренней и шумоизоляционной обшивки внутренней стенки кабины машиниста, внутренней обшивки холодильной камеры, боковых рамок для установок всасывающих каналов передней и задней тележек, балок крыши и кронштейнов каркаса крыши холодильной камеры и стенок кузова холодильника, балок переходных площадок и других деталей. В вышеперечисленных узлах и деталях в основном применяются равнобокие и неравнобокие угольники, зетобразные и швеллерные профили.

Гнутые швеллерные профили, неравнобокие и равнобокие угольники, зетобразные, корытообразные и другие могут широко применяться в конструкциях железнодорожных цистерн, дрезин, вагонов метро.

В конструкциях вагонов, выпускаемых Калининским вагоностроительным заводом, гнутые профили применяются для изготовления

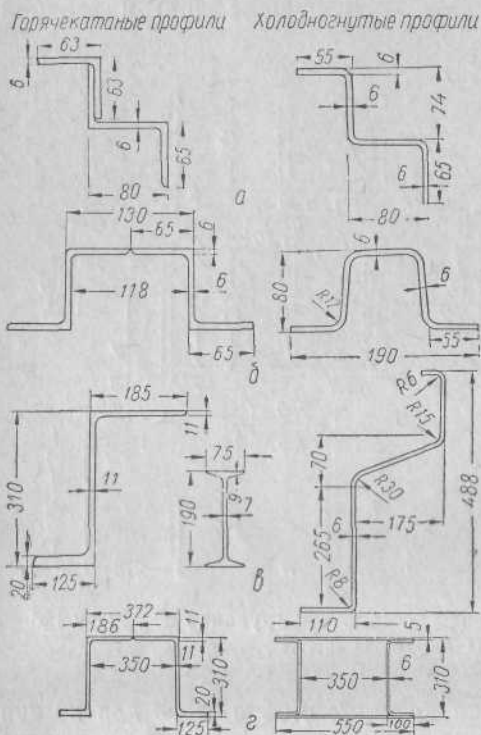


Рис. 10. Примеры замены горячекатаных профилей гнутыми в транспортном машиностроении.

пояса цельнометаллических вагонов, пояса электровагонов, створных стоек боковин, подоконных скоб, концевых стоек вагонов, решетки ступеней, гофрированных листов пола и крыши, усиливающих гофров, дверных коробок, козырьков и других деталей.

Применение гнутых профилей в транспортном машиностроении значительно экономит металл по сравнению с применением горячекатаных профилей, снижает трудовые затраты за счет уменьшения или полного устранения сварочных и монтажных работ, уменьшает эксплуатационные расходы.

Изготовление верхней обвязки боковой фермы вагона из одного гнутого профиля (рис. 10,а) вместо двух сваренных горячекатаных профилей (зетобразного № 8 по ГОСТ 5267—50 и равнобокой угловой стали № 6,3 по ГОСТ 8509—57)

уменьшает вес детали на 24%, снижает трудоемкость изготовления конструкции и устраняет сварочные работы, одновременно облегчая вес всей конструкции при той же прочности.

Гнутый уголкообразный профиль $130 \times 130 \times 6$ мм, заменяя в угловых стойках крытого вагона горячекатаную угловую равнобокую сталь № 12,5 по ГОСТ 8509—57, экономит 38% металла.

Применение корытообразного гнутого профиля (рис. 10,б) для шкворневой стойки крытого вагона вместо двух сваренных горячекатаных зетобразных профилей № 8 по ГОСТ 8267—59 снижает вес

стойки на 28%, уменьшает затраты труда на ее изготовление, исключает операцию сварки.

Специальный гнутый профиль для хребтовой балки (рис. 10, в) заменяет два горячекатаных профиля: зетобразный профиль № 31 и двутавровую балку № 19. При этой замене экономят до 59% металла, вес одного вагона только в результате применения этого профиля уменьшается примерно на 0,5 т. Замена в конструкции хребтовых балок крытого вагона двух сваренных специальных

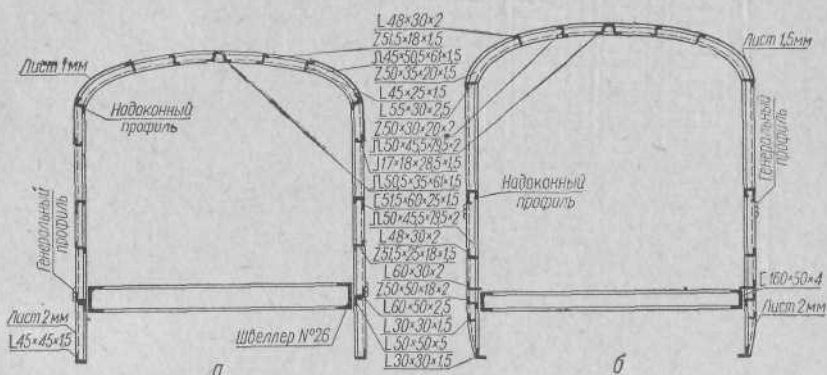


Рис. 11. Замена деталей рамы трамвайного вагона из горячекатаных (а) профилей гнутыми (б).

зетобразных профилей по ГОСТ 5267--50, полученных горячей прокаткой, гнутыми профилями, соединенными точечной сваркой (рис. 10, в), обеспечивает экономию металла на каждом вагоне 380 кг и лучшее сопротивление воздействию скручивающих нагрузок.

По данным Крюковского вагоностроительного завода, изготовление крышек люка из гнутых профилей позволяет заменить электродуговую сварку контактно-точечной, что значительно уменьшает трудоемкость изготовления при увеличении прочности и долговечности конструкции.

По данным Рижского вагоностроительного завода, в конструкциях трамвайных вагонов применяется более 15 профилеразмеров гнутых профилей типа угольников, швеллеров, зетобразных, корытообразных и др. Замена деталей рамы, изготовленной из горячекатаных профилей, соответствующими гнутыми профилями дала возможность уменьшить вес трамвая на 1,2 т (рис. 11).

На Калининском вагоностроительном заводе верхние и нижние пояса вагона электропоезда сваривали из семи отдельных штампованных стальных листов; в настоящее время пояса изготавливаются из двух специальных холодногнутых профилей, поставляемых заводом «Запорожсталь», что дало экономию 150 кг металла на один вагон, частично устранило сварку и сократило трудовые за-

траты по заводу на 4800 нормо-часов в год, обеспечило только за счет сокращения расхода металла свыше 30 тыс. руб. экономии в год.

По данным Уральского вагоностроительного завода, применение гнутых профилей в конструкциях четырех- и шестиосных полу-

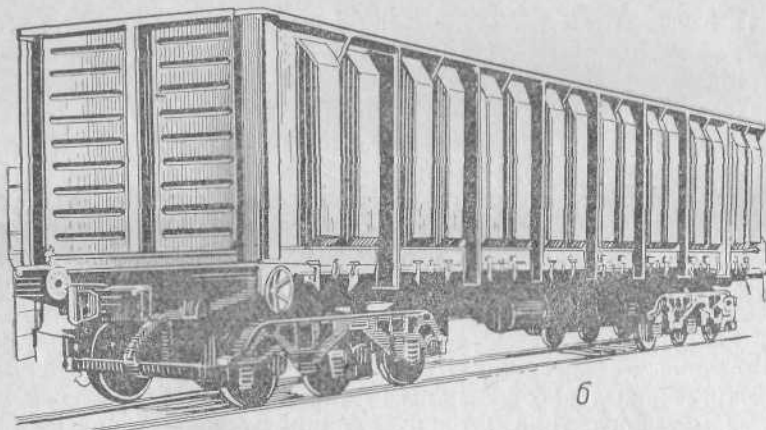
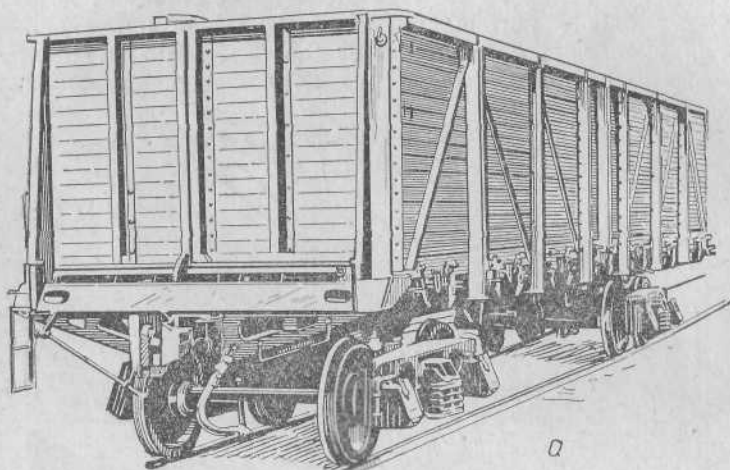


Рис. 12. Четырехосный (а) и шестиосный (б) полувагоны, изготовляемые с применением гнутых профилей.

вагонов (рис. 12) дает значительную экономию металла и сокращение трудовых затрат. Так, например, применение гнутого корытообразного профиля на усиливающей обвязке крышек разгрузочных люков 62-тонного полувагона взамен горячекатаных профилей (рис. 13) дает экономию металла около 70 кг на один вагонокомплект, или около 190 тыс. руб. в год. Кроме того, сокращается время

изготовления деталей одного вагонокомплекта на 52 мин., т. е. освобождается два 500-тонных прессы.

Внедрение гнутых профилей дало возможность применять контактно-точечную электросварку взамен электродуговой, что резко увеличивает производительность, улучшает условия труда и повышает культуру производства. Кроме указанного профиля, при производстве 62-тонных полувагонов применяются еще 17 типов

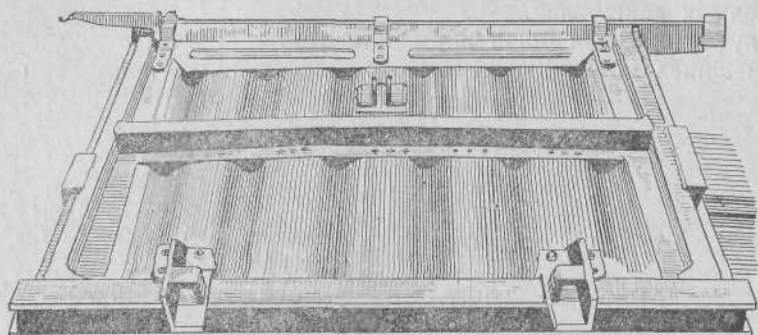


Рис. 13. Усиленный сварной люк 62-тонного полувагона, изготовленный с применением гнутых профилей.

гнутых профилей, общий вес которых составляет около 2000 кг на один вагонокомплект. Применение этих профилей снижает вес каждого полувагона на 80 кг и дает около 216 тыс. руб. экономии в год, без учета сокращения трудовых затрат, эксплуатационных расходов и др.

В конструкции шестиосных полувагонов грузоподъемностью 94 т гнутые профили нашли еще более широкое применение. При изготовлении этих полувагонов применяется 23 типа профилей с общим весом 2900 кг на один вагонокомплект.

Применение гнутых профилей позволило уменьшить вес полувагона на 150 кг, что дает экономию средств народному хозяйству около 100 тыс. руб.

Учитывая опыт применения гнутых профилей в конструкциях 62- и 94-тонных полувагонов, завод использовал его при проектировании нового восьмиосного 125-тонного полувагона, в конструкции которого использовано 18 типов гнутых профилей. Общий расход гнутых профилей на один вагонокомплект составляет около 4000 кг. В настоящее время изготовлена опытная партия полувагонов с гнутыми профилями, которые проходят эксплуатационные испытания.

В транспортном машиностроении только по Украинской ССР применение гнутых профилей даст возможность сэкономить 11—12 тыс. т металла в год, а, учитывая снижение трудовых затрат, эффективность их применения составит более 1 млн. руб. в год.

2. ПРИМЕНЕНИЕ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Значительную экономию металла дает применение гнутых профилей в конструкциях сельскохозяйственных машин. Одновременно со снижением до 50% веса машин сокращается продолжительность изготовления и уменьшается потребная мощность приводных двигателей.

Гнутые профили могут применяться во всех сельскохозяйственных машинах: комбайнах различного назначения, косилках, жатках,

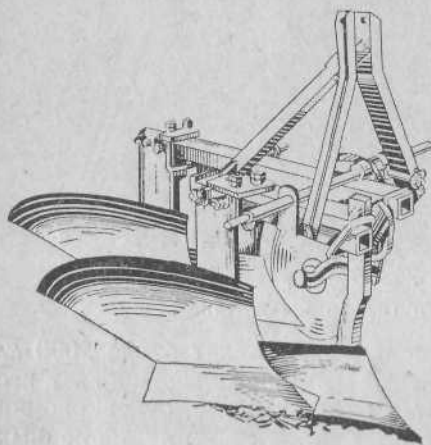


Рис. 14. Навесной плуг с рамой, изготовленной из замкнутого гнутого профиля.

колесных и гусеничных тракторах, культиваторах, ветродвигателях, плугах, стогометателях, прессах-подборщиках, зерноочистительных машинах, самоходных шасси, машинах для защиты растений от вредителей и болезней, силосорезках, сеялках, автопоилках, свекло- и картофелеуборочных машинах и многих других для изготовления рам, балок, связей, кронштейнов, опор, консолей, стоек, распорок, крыш, настельных листов, обшивок бортов, ободов, поперечин, направляющих и т. д.

По данным Всесоюзного института сельскохозяйственного машиностроения [32], применение в сельскохозяйственном машиностроении гнутых швеллерных профилей типа тонкостенного швеллера с укороченными полками может дать экономию металла до 43%. Гнутые швеллерные профили с удлиненными полками позволяют заменить горячекатаные двутавровые, швеллерные, квадратные и полосовые профили с экономией металла от 10 до 72%.

Особенно эффективно применение в сельскохозяйственных машинах замкнутого гнутого профиля прямоугольного, квадратного, круглого, овального и треугольного сечений, которое может дать значительную экономию металла (до 75%) при сохранении одинаковой жесткости и прочности. Так, например, применение полого гнутого профиля для изготовления рамы плуга типа ПН-2-30М взамен полосовой стали размеров 70×30 мм и 70×20 мм (рис. 14) дало снижение веса рамы на 21,5 кг, или на 43%. Три двухкорпусных плуга этого типа, имея суммарную ширину захвата 1,8 м и общий вес около 560 кг, будут более производительны, чем один пятикорпусный плуг типа П-5-35М, имеющий захват 1,75 м и вес 1260 кг.

Применение замкнутого прямоугольного гнутого профиля с размерами сечения $70 \times 50 \times 7$ мм для изготовления рамы четырехкорпусного навесного плуга типа ПН-4-35 обеспечило снижение веса на 98 кг против веса рамы прицепного четырехкорпусного плуга типа П-4-30. Замена этим же профилем горячекатаного усиленного двутавра в конструкции рамы прицепного оборотного плуга типа ПО-5-35 обеспечило резкое уменьшение прогиба рамы и веса ее на 165 кг, или на 60%.

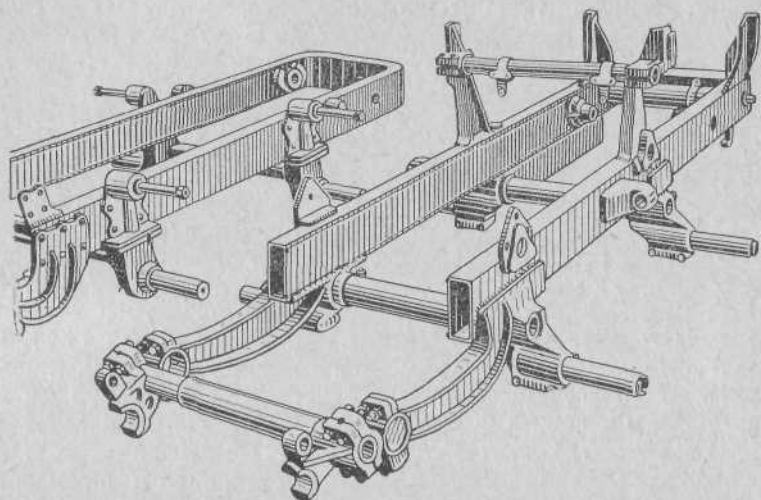


Рис. 15. Рама гусеничного трактора ДТ-75, выполненная с применением гнутых профилей.

Необходимо отметить, что указанные плуги с рамами, изготовленными из гнутых профилей, успешно прошли испытания в полевых условиях.

Применение замкнутых гнутых профилей прямоугольного сечения в балках и поперечинах рам плантажных плугов типа ППУ-50 и ПП-50ПГ снизит расход металла на их изготовление, устранил работы по сварке, изготовлению накладок и даст экономию более 9 тыс. руб. в год. Общая экономия по заводу от применения различных типов гнутых профилей достигнет 16 тыс. руб. в год.

Применение на Волгоградском тракторном заводе замкнутого прямоугольного гнутого профиля из низколегированной стали 09Г2 ДТ (рис. 15) взамен горячекатаного швеллера из углеродистой стали позволило уменьшить вес лонжеронов рамы гусеничного трактора ДТ-75 на 15%.

Для замены тяжелых горячекатаных профилей типа двутавра, швеллера и угловой стали в конструкциях сельскохозяйственных

машин могут применяться квадратные полые профили (рис. 16,а), изготавливаемые методом сварки двух гнутых угольников — равнобокого и отбортованного. Применение этих профилей обеспечивает от 3 до 64% экономии металла. Так, при замене таким профилем горячекатаной угловой стали в конструкции рамы культиватора типа КСВ достигнуто снижение веса рамы на 27%.

В сельскохозяйственном машиностроении могут применяться треугольные замкнутые профили (рис. 16,а), изготавливаемые методом сварки равнобокого гнутого угольника, и полосы с отогнутыми кромками. Замена такими профилями горячекатаных уголков

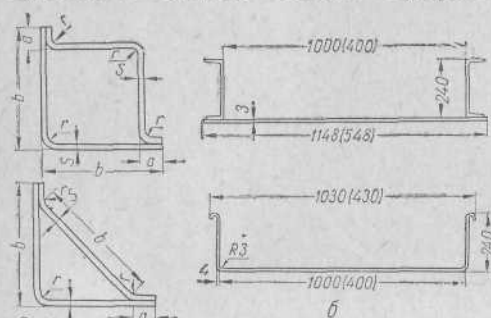


Рис. 16. Гнутые профили, применяющиеся в сельскохозяйственном машиностроении:

а — замкнутые гнутые профили со сваркой; б — замена горячекатаных профилей гнутыми в конструкции желобов грабельных транспортеров.

№ 60—75 даст возможность сэкономить от 45 до 75% металла.

Желоба грабельных транспортеров изготавливаются путем сварки двух швеллеров № 24-а и полосы толщиной 3 мм. Замена этой конструкции одним гнутым профилем (рис. 16,б) обеспечивает в желобах шириной 1000 мм 42% экономии металла, а в желобах шириной 400 мм экономия достигает 58%.

Применение гнутых угольников и швеллерных профилей на заводе «Львовсельмаш» вместо горячекатаных профилей угловой стали и швеллеров обеспечит более 27% экономии металла в деталях тракторного опрыскивателя, подкормочного агрегата ПРЖ-1,7 и других машинах и даст общую экономию на этом заводе свыше 5,5 тыс. руб. в год. По данным Первомайского завода сельскохозяйственных машин, использование гнутых угольников и швеллерных профилей в деталях безлафетной рядковой жатки типа ЖРБ-4,9 даст экономию металла от 2 до 45%, в среднем 22,2%, или в денежном выражении более 10 тыс. руб. в год. Применение тонкостенных гнутых угольников в конструкции подборщиков типа ППУ-2,4 обеспечивает около 100 т экономии металла.

Использование гнутых профилей на херсонском комбайновом заводе им. Петровского в конструкциях самосвальной прицепной тележки и очистителя початков даст экономию около 16 тыс. руб. в год. На рис. 17 показана рама другого типа тележки, предназначенной для перевозки полевых вагончиков, полностью выполненная из гнутых швеллерных и угольковых профилей.

Применение на заводах «Ростсельмаш» и Таганрогском заводе сельскохозяйственных машин только одного типоразмера С-образного гнутого профиля в конструкции самоходных комбайнов типа

СК-3 даст возможность экономить 100 тыс. руб. в год за счет снижения веса конструкции и уменьшения трудоемкости изготовления.

Из гнутых профилей могут изготавливаться решета грохотов картофелеуборочных и свеклоуборочных комбайнов. Так, на рис. 18 показана конструкция грохота, изготовленного из тонкостенных гнутых профилей.

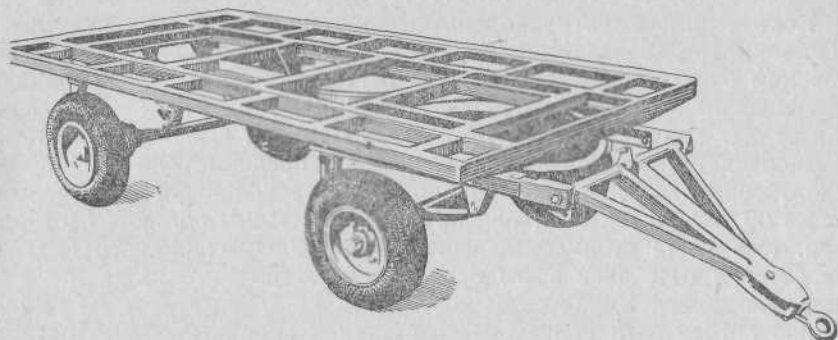


Рис. 17. Рама тележки для перевозки полевых вагончиков.

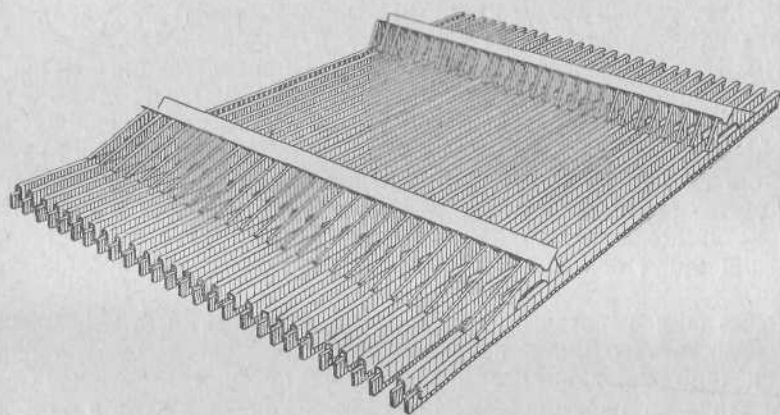


Рис. 18. Решета грохотов картофелеуборочного комбайна КГП-2.

Карданная передача измельчителя бахчевых культур ИБК-5, изготовленная из гнутого профиля в виде двуплечевых телескопических труб и квадратного вала, уменьшает вес детали в два раза.

Изготовленный из двойной рифленной гнутой трубы отрывочный валец кукурузосилосоуборочного комбайна вместо применяемых для этого толстостенных труб с фрезерованными канавками уменьшает вес комбайна на 4,6 кг и снижает трудоемкость изготовления комплекта вальцев на 13 человеко-часов.

Многие сельскохозяйственные машины выпускаются большими сериями или партиями, достигающими 100 и более тысяч штук в год. Недоиспользование возможности снижения веса в проекте серийной машины только на 1 кг может привести к омертвлению сотен тонн металла, на передвижение которого будет затрачено громадное количество излишней энергии. Примером этому могут служить проекты кормораздатчика типа ПТУ-10К, выполненные Киевским и Херсонским конструкторскими бюро по сельскохозяйственным машинам. Кормораздатчик, спроектированный Херсонским конструкторским бюро, оказался на 600 кг легче, причем более половины уменьшения веса достигнуто за счет применения 27 типов гнутых профилей. Учитывая, что в 1961—1963 гг. будет выпущено 150 тыс. кормораздатчиков этого типа только на предприятиях Запорожского совнархоза, Херсонское конструкторское бюро сэкономило более 90 тыс. *т* металла, или по самым скромным подсчетам 6 млн. руб. (без учета стоимости энергии на передвижение этого кормораздатчика в течение всего периода его эксплуатации).

Проведенная Украинским институтом металлов работа по выявлению потребности народного хозяйства Украинской ССР в гнутых профилях показала, что сельскохозяйственное машиностроение является одним из крупнейших потребителей гнутых профилей и уступает только таким крупным отраслям, как горнорудная промышленность, общее машиностроение и строительство.

Потребность сельскохозяйственного машиностроения Украины в гнутых профилях на 1965 г. составит около 100 тыс. *т*, но и это количество является заниженным, так как не на всех предприятиях есть проекты на выпускаемую продукцию с учетом широкого применения гнутых профилей, а проектные организации еще не всегда разрабатывают и широко применяют гнутые профили в конструкциях сельскохозяйственных машин из-за неуверенности, что эти профили будут освоены и изготовлены в нужные для предприятия сроки.

Работники некоторых предприятий и проектных учреждений еще недостаточно четко представляют возможности профилирования и применяют гнутые профили, на которые имеются ГОСТ, ограничиваясь простой заменой: горячекатаный профиль угловой стали — на гнутый угольник, швеллер — на U-образный профиль и т. д.

Наиболее широко в сельскохозяйственном машиностроении применяются швеллерные профили, потребность в которых равна 47,3 тыс. *т*, или 55,3% от всей потребности по отрасли. Потребность в специальных фасонных профилях составляет 18,9 тыс. *т*, или 22,8%. В то же время потребность в обычно широко применяющихся профилях значительно меньшая. Так, например, угольников требуется 8,6 тыс. *т*, или 10,1% от всей потребности, корытообразных — 4,8 тыс. *т*, или 5,8%, зетобразных профилей — 1,2 тыс. *т*, или 1,5%.

Более 80% всех профилей имеют небольшие размеры и могут быть спрофилированы из заготовок толщиной до 4 мм и шириной до 400 мм.

Остальная потребность в гнутых профилях по размерам заготовок распределяется следующим образом: толщиной до 4 мм при ширине 600—1000 мм — 2,8 тыс. т, или 3,3%; толщиной 6—9 мм при ширине 200—600 мм — 9,8 тыс. т, или 11,6% и др.

Гнутые профили для сельскохозяйственного машиностроения изготавливаются из стали марок Ст.3 и Ст. 5.

Выявленная потребность в замкнутых сварных гнутых профилях в размере 4,1 тыс. т, или 4,8%, несмотря на очевидную экономическую эффективность, не отражает действительной возможности их применения, так как проектные организации исходят из отсутствия в настоящее время выпуска указанных типов гнутых профилей в промышленных масштабах и не закладывают замкнутых сварных профилей в разрабатываемые проекты сельскохозяйственных машин. Безусловно, после начала промышленного выпуска таких профилей потребность в них возрастет во много раз.

Это же можно сказать и о перфорированных профилях, производство которых еще не организовано, но потребность в которых имеется. Перфорированные профили могут применяться в конструкциях различных сельскохозяйственных машин, построек легкого и временного типа, складов, мастерских, стеллажей, навесов, значительно облегчая их вес, ускоряя монтаж и демонтаж, создавая возможности перевозки и многократного использования конструкций этих построек.

3. ПРИМЕНЕНИЕ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ В ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Одной из основных отраслей народного хозяйства в потреблении гнутых профилей является горнорудная промышленность. Из общей потребности в гнутых профилях по Украинской ССР на 1961—1965 гг. горнорудной промышленности требуется около 33%, или 235 тыс. т.

Гнутые профили находят самое широкое применение в горнорудной промышленности, в металлоконструкциях шахтного строительства и в горнорудном машиностроении.

В шахтном строительстве гнутые профили могут применяться для изготовления элементов лестничных бункеров и рудных дворов, армирования (расстрелы и проводники) шахтных стволов, работающих в коррозионной среде, податливого металлического крепления (арки, ножи) металлических шахтных проводников клетового и скипового подъема.

В горнорудном машиностроении гнутые профили применяются при производстве угольных комбайнов, различного рода скреповых транспортеров, желобов, уголковых стоек, корпусов ленточных стоек, крышек желобов электровозов, корпусов стоек постоян-

ного сопротивления, дуг комбайнов, корпусов лыж комбайнов ИК8, отбойных листов комбайнов Д1К и других деталей.

Применение гнутых профилей в горнорудной промышленности дает большую экономию металла и значительно снижает трудовые затраты за счет сокращения сварочных и сборочных работ. По

данным Торецкого машиностроительного завода, применение специального гнутого профиля (рис. 19,а) на угольковых стойках СУ1М-2М и СУЗ-4 взамен двух сварных угольников $50 \times 50 \times 8$ мм и $60 \times 60 \times 10$ мм дает экономию металла до 40% и снижает трудовые затраты в 9,7 руб. на 1 м за счет устранения резки, обточки, правки и сварки. Замена угольковых стоек СУ1М-2М и СУЗ-4 специальным угольковым профилем с подогнутыми внутрь полками (рис. 19,б) дает экономию металла до 40% и снижает трудовые затраты в 10,4 руб. на 1 м за счет устранения резки, гибки и сварки.

Замена ленточной стойки ИЛСХ5 специальным гнутым профилем (рис. 19,в) дает 22% экономии металла и за счет устранения порезки, правки, заточки и сварки экономию трудовых затрат — 8 руб. на 1 м.

Изготовление на одном из заводов специальных гнутых профилей в виде угольников с острым углом между полками для подвижных частей шахтных стоек обеспечит годовую экономию около 2,5 тыс. т стали и 25 тыс. руб. за счет сокращения зарплат и накладных расходов. При-

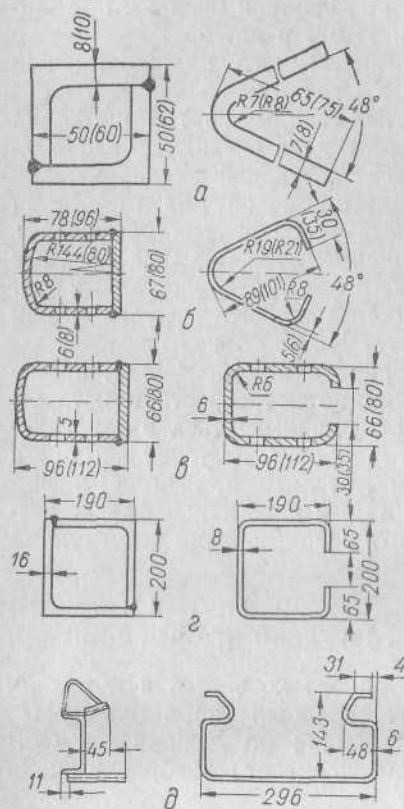


Рис. 19. Замена горячекатаных профилей гнутыми в угольковых (а, б) и ленточных (в) стойках, шахтных проводниках (г) и решетках ленточных транспортеров (д).

менение специального профиля для корпуса угольковых стоек в виде угольника с отбортовкой полок обеспечит 45 тыс. руб. ежегодной экономии.

Кроме указанных, применяются также: специальные профили верхняка тонких пластов; швеллерный профиль $70 \times 40 \times 6$ мм взамен такого же профиля, изготовляемого штамповкой; специальные профили выдвижного звена; швеллерный профиль $80 \times 80 \times$

× 10 мм взамен такого же профиля, изготовляемого штамповкой; швеллер № 10 коробки пульта управления, который целесообразно заменить швеллерным гнутым профилем 100 × 32 × 3 мм.

По данным института «Кривбасспроект», замена сварного профиля шахтного проводника клетового и скипового подъемника гнутым С-образным профилем (рис. 19, з) даст до 43% экономии металла, или 1700 т в год.

Большой экономический эффект дает применение гнутых профилей взамен штампованных деталей в конструкциях решеток ленточных транспортеров (рис. 19, д).

По данным Рутченковского машиностроительного завода горного оборудования, замена арочного металлического крепления для шахтных выработок гнутым профилем (рис. 20, а) дает до 13% экономии металла.

По данным Краснолучского машиностроительного завода, при изготовлении ленточных конвейеров КРУ-260, КЛ-220, КЛ-250, КЛБ, КЛУ замена верхнего листа специальным гофрированным профилем (рис. 20, б) дает возможность экономить до 20% металла; замена балки роликовой опоры (швеллер № 10) корытообразным профилем 80 × 40 × 40 × 5 мм дает до 10%

экономии металла, одновременно устраняя такие трудоемкие процессы, как резка, сварка, сборка, что снижает трудовые затраты на 4,0 руб. на 1 т. Замена горячекатаного профиля равнобокой угловой стали 50 × 50 × 6 мм гнутым 60 × 60 × 3 мм дает 68% экономии металла.

В угольном машиностроении из гнутых профилей изготавливаются детали угольных комбайнов, транспортеров, желобов и др.

По данным горловского машиностроительного завода им. Кирова, гнутые профили применяются в конструктивных элементах следующих деталей угольных комбайнов: листов бара комбайнов БОД-1 и БОД-2, дуг комбайнов «Кировец», листов комбайнов (рис. 20, в) «Кировец» взамен сварной конструкции, корпусов лыж комбайнов 1К8 (рис. 20, з), балок комбайнов К-19 (рис. 20, д), труб комбайнов Д2К, КР2, «Украина», отбойных листов комбайна ГП-1 (рис. 20, е), защитных кожухов комбайнов Д1К, скоб угольников, балок и других деталей комбайна.

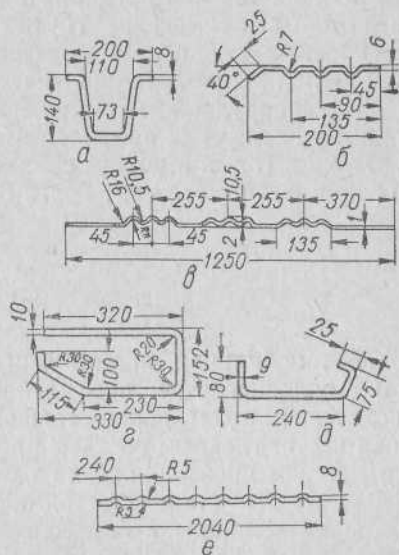


Рис. 20. Специальные гнутые профили для горнорудной промышленности.

Кроме указанных, в горнорудной промышленности могут найти широкое применение швеллерные профили, угольники, зетобразные, корытообразные, С-образные и другие гнутые профили.

Гнутые профили для горнорудной промышленности изготавливаются из стали марок Ст. 3 и Ст. 5.

Следует учесть, что выявленная только по Украине потребность горнорудной промышленности в гнутых профилях является далеко не полной, так как предприятия еще работают по старым проектам, в которых применение гнутых профилей не предусматривалось, а проектные организации еще недостаточно применяют гнутые профили при разработке новых проектов.

В горнорудной промышленности только по Украинской ССР применение гнутых профилей даст возможность сэкономить 67 тыс. *t* металла в год, а с учетом снижения трудовых затрат эффективность их применения составит более 6,5 млн. руб.

4. ПРИМЕНЕНИЕ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

Автомобильная промышленность потребляет большое количество холодногнутых профилей. Однако большая часть их производится методом дорогостоящей штамповки на прессах и небольшая часть, главным образом профилей малых сечений, изготавливается методом профилирования из стальной ленты на небольших профилегибочных станах. Метод профилирования из ленты или полосы большой толщины в автомобилестроении в настоящее время применяется мало. В то же время потребность в этом металле, особенно в последние годы, значительно возросла.

Из гнутых профилей с самой разнообразной открытой и закрытой формой поперечного сечения выполняются обшивки и несущие детали кузовов автомашин, автомобильные рамы, арматура для наружной отделки, рамы для окон и дверей, направляющие для подъема и опускания окон, рамы сидений, ободья колес, пояски для стока воды, филенки для отделки дверей, панели для измерительной аппаратуры, трубы для выхлопных газов, рулевые колонки, подножки, ободья фар, радиаторы, профили для крыши и обшивки кабин, настильные листы, стойки и обшивки бортов грузовых автомашин, отделочные профили, рамы и несущие стойки автобусов, тормовые башмаки для легковых и грузовых автомобилей и т. д.

В несущих конструкциях легковых и грузовых автомобилей, автобусов, самосвалов, автопогрузчиков, автоприцепов и других типов отечественных и зарубежных автомобилей холодногнутые профили, благодаря их меньшему весу и экономичности по сравнению с горячекатаными и другими видами профилей, находят самое широкое применение. Наибольшее распространение в этих конструкциях получили швеллеры, уголковые, корытообразные

и С-образные с отбортовкой и без нее, зетобразные и замкнутые холодногнутые профили толщиной 4—6 мм. Эти профили обладают достаточной жесткостью, хорошо работают на продольное сжатие, изгиб и кручение, являются более экономичными и имеют меньший вес по сравнению с профилями, полученными другим способом (прокаткой, штамповкой, сваркой).

Из холодногнутых профилей швеллерного поперечного сечения с толщиной от 4 до 6 мм изготавливаются несущие конструкции грузовых и легковых автомобилей, автобусов, автоприцепов, автосамосвалов, автопогрузчиков. Из этих профилей изготавливаются поперечина буксирного прибора грузового автомобиля, передний бампер, поперечина рамы, лонжероны, надрамники самосвалов, детали автоприцепов и другие детали.

В настоящее время, когда производство автомобилей осуществляется большими сериями, изготовление и внедрение специальных видов высокоэкономичных гнутых профилей приобретают еще большее значение. Так, по предварительным расчетам, перевод на профилирование одного из дорогих и трудоемких элементов машины—лонжерона (продольной балки рамы) автомобиля УАЗ-451, изготавливаемого сваркой двух штампованных профилей (рис. 21,а), позволит уменьшить на 13% площадь его поперечного сечения по сравнению с запроектированным штампованным вариантом при обеспечении требуемой прочности. Благодаря этому профилированный лонжерон, имеющий постоянное сечение по всей длине, будет не тяжелее штампованного лонжерона, у которого, как известно, концы облегчены. Предварительные расчеты показывают, что профилированный вариант лонжерона УАЗ-451 на 7 кг легче штампованного, а трудоемкость изготовления его из гнутого профиля составляет всего 0,4 нормо-часа, в то время как штампованного — 4,3 нормо-часа. Общая годовая экономия при переводе изготовления лонжеронов на профилирование составит на заводе около 1700 т металла и около 6,5 млн. руб.

Замена в конструкции рамы автосамосвалов горячекатаных

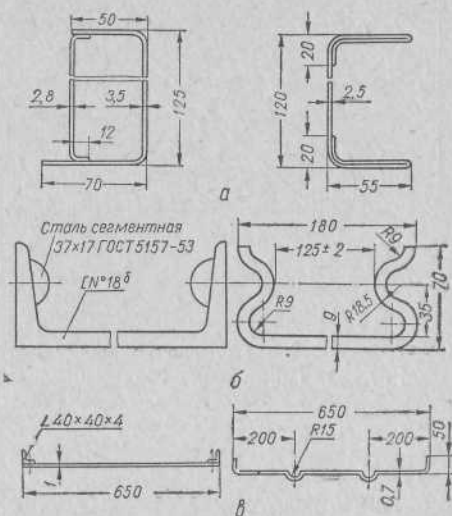


Рис. 21. Замена штампованных и сваренных горячекатаных профилей гнутыми в конструкциях лонжерона грузового автомобиля (а), стоек автопогрузчика (б), крыльев колес автоцементовоза (в).

швеллеров № 12 и № 6,5 по ГОСТ 8240—56 гнутыми швеллерными неравнобокими профилями $120 \times 60 \times 50 \times 5$ мм и $80 \times 50 \times 25 \times 5$ мм по ГОСТ 8281—57 обеспечивает около 20% экономии металла или 1650 т в год только на одном заводе, изготавливающем автосамосвалы.

Применение гнутых швеллерных профилей для продольных балок платформы самосвала ЗИЛ-585И (рис. 22) обеспечило экономию 28,9 кг на изделие, или 25% к весу детали.

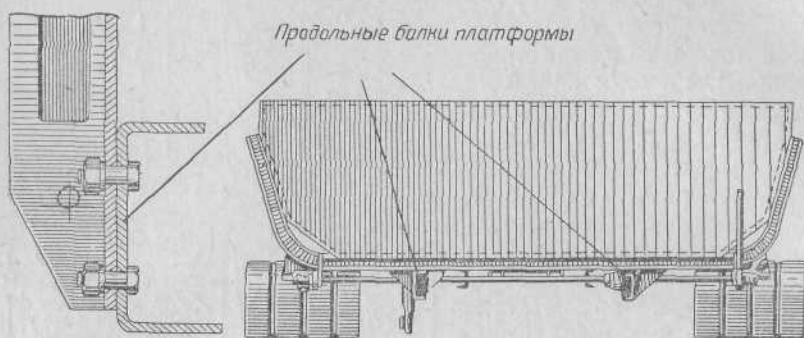


Рис. 22. Применение облегченных гнутых профилей в конструкции самосвала ЗИЛ-585И.

По данным Львовского автобусного завода, замена сварных горячекатаных двутавровых балок в конструкции автокрана ЛАЗ-690 гнутым швеллерным профилем $286 \times 130 \times 5$ мм обеспечит 21% экономии металла и снижение трудовых затрат.

Исключение или уменьшение объема сварочных работ позволяет повысить производительность, улучшить условия труда, во многих случаях улучшить качество выпускаемых изделий, а следовательно, снизить себестоимость выпускаемой продукции. Так, по данным конструкторского бюро львовского завода «Автопогрузчик», замена сварного профиля стоек автопогрузчика из горячекатаных швеллера и сегментной стали одним гнутым профилем (рис. 21,б) позволит получить до 850 т металла в год, или 24% экономии металла только на этом профиле. Общая годовая экономия составит около 140 тыс. руб., в том числе за счет сокращения трудовых затрат — около 90 тыс. руб.

Замена сварной конструкции профиля крыла колеса автоцементовоза С-571 из двух горячекатаных профилей угловой стали и листа одним гнутым профилем (рис. 21,в), по данным Прилуцкого завода строительных машин, снижает вес крыла на 25 кг, или 42%. Годовая экономия металла на заводе составит 62,5 т. Себестоимость машин снизится на 4 руб. за счет устранения операций сборки, соединения болтами и сварки. Общая годовая экономия

по заводу составит 13,7 тыс. руб., в том числе за счет сокращения трудовых затрат — 10,0 тыс. руб.

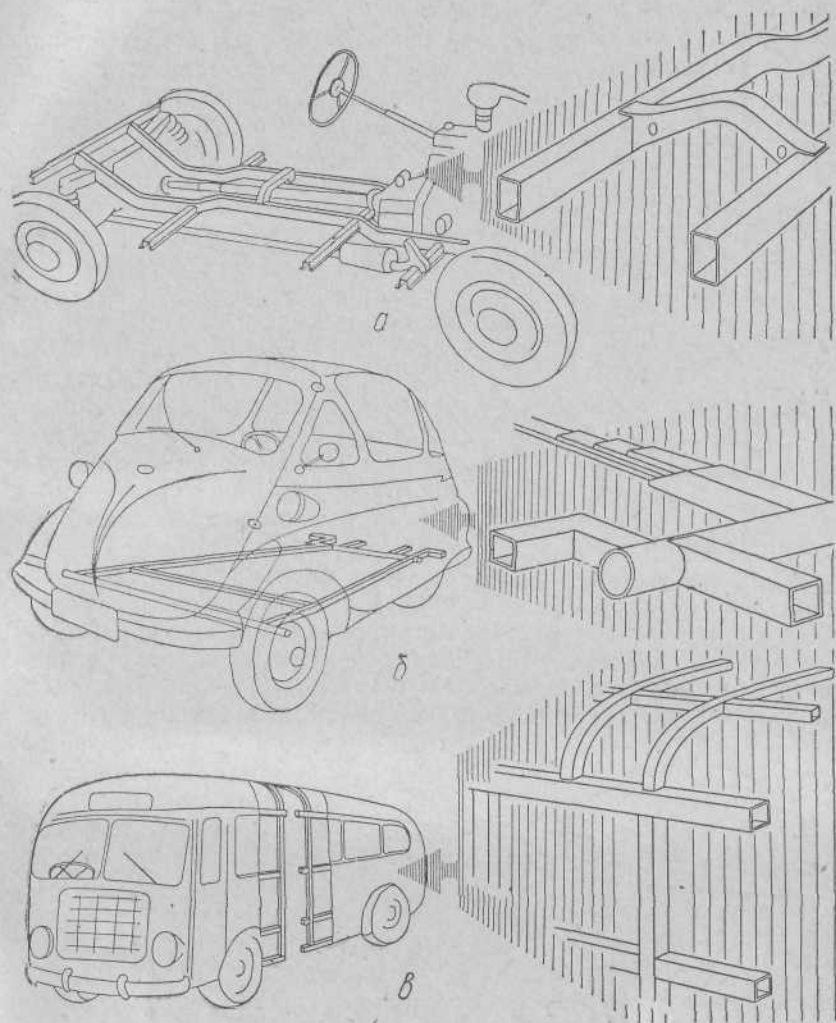


Рис. 23. Применение гнутых профилей с замкнутым прямоугольным сечением при изготовлении рам легковых автомобилей (*а, б*) и при изготовлении каркаса автобуса (*в*).

Гнутые профили замкнутого прямоугольного поперечного сечения благодаря их большой жесткости находят широкое применение за рубежом при изготовлении каркасов автобусов, лонжеронов и поперечин рам легковых и грузовых автомобилей (рис. 23).

Гнутые профили швеллерного, корытообразного с отбортовкой и без нее, зетобразного, круглого и других сечений, приведенные на рис. 24, применяются при изготовлении кузова, рамы, кабины и других деталей автосамосвалов.

На рис. 25 показан грузовой автомобиль, рама с надрамником которого выполнены из швеллерных профилей, причем сварная конструкция надрамника выполне-

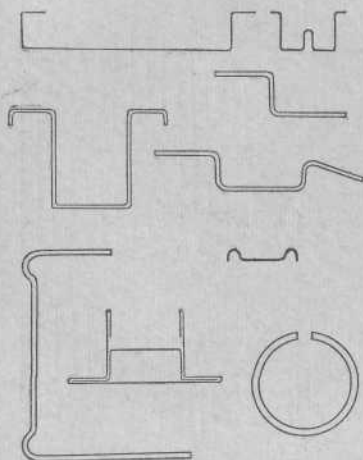


Рис. 24. Гнутые профили, применяемые при изготовлении автосамосвалов.

на из профилей малых размеров. Борты цельнометаллического кузова выполнены из изготовленных на профилегибочном стане ребристых листов, укрепленных вертикальными стойками. Такая конструкция борта в связи с наличием продольных ребер и поперечных стоек обладает значительной жесткостью и прочностью, а следовательно, и высокими эксплуатационными качествами при малом весе (за счет уменьшения толщины ребристых листов по сравнению с гладкими непрофилированными листами).

При изготовлении фургонов, прицепов и рефрижераторов гнутые профили типа гофрированных или ребристых листов могут применяться в качестве внутренней и внешней обшивок корпуса и панелей дверей. Так, в приведенной на рис. 26 конструкции рефри-

жератора гофрированные листы, стянутые горизонтальными поясами, составляют жесткую и легкую конструкцию корпуса, а на

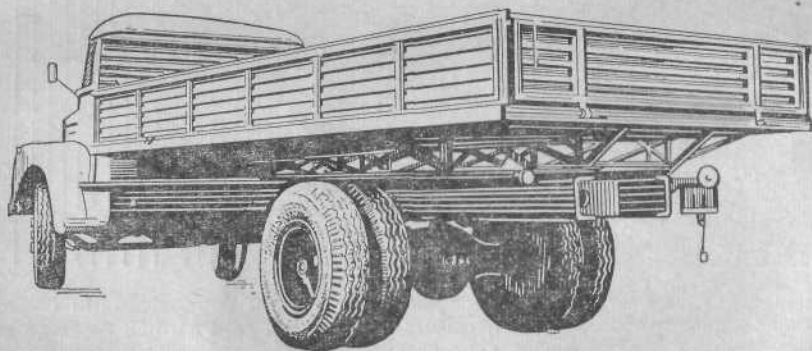


Рис. 25. Грузовой автомобиль, рама, надрамник и борты которого выполнены из гнутых профилей.

жератора гофрированные листы, стянутые горизонтальными поясами, составляют жесткую и легкую конструкцию корпуса, а на

ружная панель двери, также выполненная из ребристого листа, имеет малый вес при большой жесткости и прочности.

Примером применения гнутых профилей при изготовлении авто-

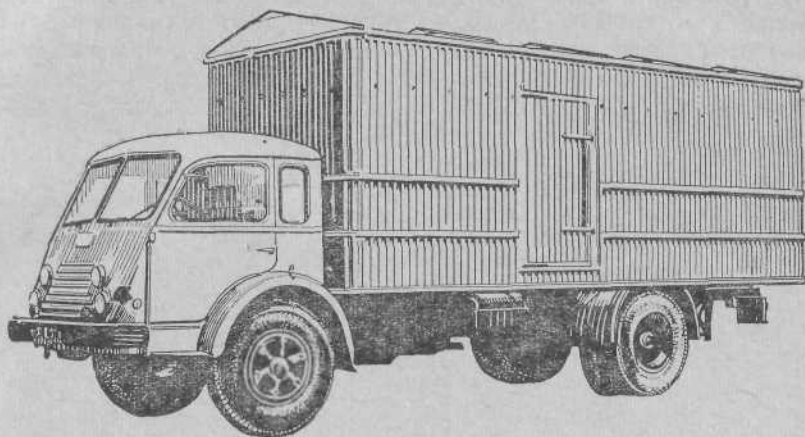


Рис. 26. Рефрижератор с обшивкой из профилированных листов.

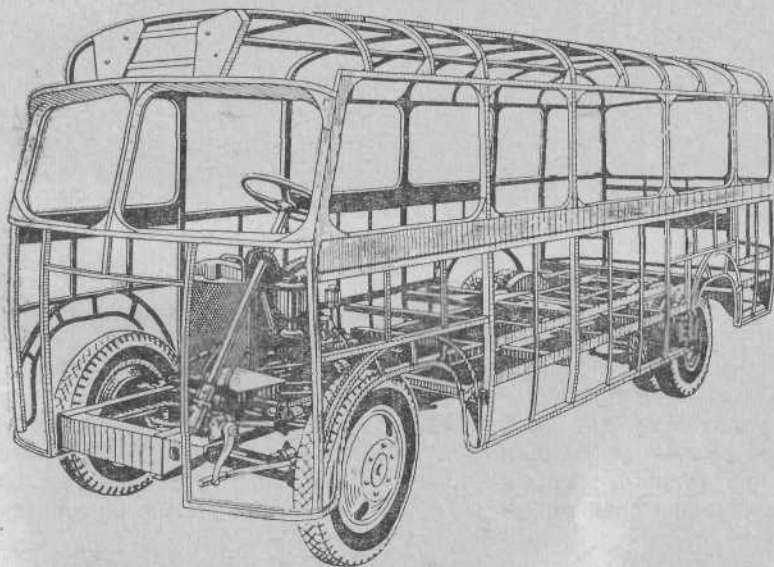


Рис. 27. Каркас автобуса, изготовленный из гнутых профилей.

бусов может служить конструкция, приведенная на рис. 27. Как видно из рисунка, основу металлоконструкции корпуса автобуса составляют холодногнутые угольники, швеллерные профили с небольшим количеством штампованных узлов и непрофилированных

полос. Каркас крыши этого же автобуса выполнен из специально изогнутых по длине швеллерных профилей, форма которых обеспечивает большую жесткость и прочность при меньшем весе.

Внутренняя и внешняя обшивки автобусов многих типов выполняются из отформованных на профилегибочных станах ребристых алюминиевых или стальных листов (рис. 28). Такие же листы применяются для жесткого настила пола. Благодаря повышенной жесткости за счет ребер гофрированные или ребристые листы дают

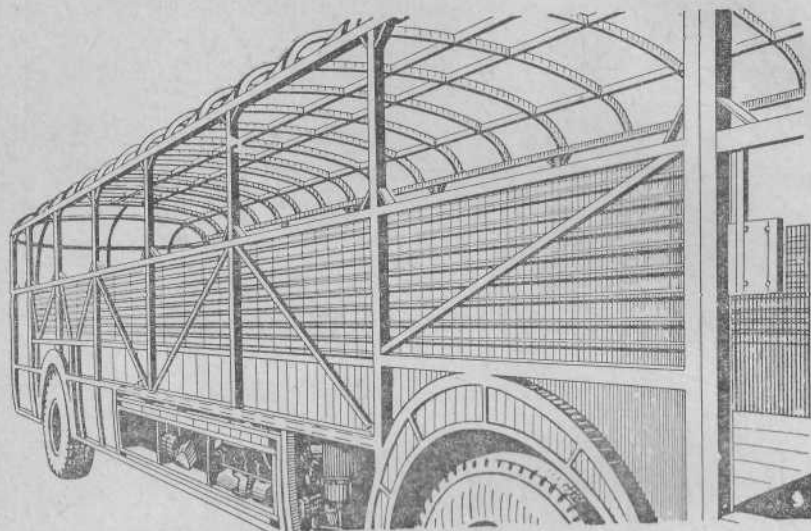


Рис. 28. Применение профилированных ребристых листов для внутренней обшивки автобуса.

возможность значительно уменьшить толщину обшивок или настила, а следовательно, и их вес.

Эффективность применения гнутых профилей может быть видна из следующего примера. Изготовление кузова типового американского автобуса для 37 пассажиров из алюминия облегчило вес его по сравнению со стальным на 20%. Изготовление этого же кузова из стальных гнутых профилей обеспечило облегчение веса по сравнению с алюминиевым на 9%, а по сравнению со стальным кузовом старой конструкции на 29%.

В автомобильной промышленности для изготовления бензино- и маслопроводов, трубопроводов, гидравлических тормозов расходуется большое количество трубок из цветных металлов, которые могут быть получены путем свертывания на небольших профилегибочных станах стальной полосовой омедненной заготовки — ленты в двухслойную трубку. Этот способ отличается большой произ-

водительностью, малым расходом меди и высокой культурой производства.

Для изготовления автомобильных радиаторов применяются латунные трубки, получаемые методом непрерывного профилирования из ленты. Материал трубок — латунь Л62 толщиной от 0,18 до 0,25 мм. По технологии профилирование связано в непрерывный процесс с последующим лужением наружной поверхности и нарезанием на мерные длины.

На автомобильных заводах США методом профилирования изготавливают из биметалла решетки автомобильных радиаторов. При этом через формирующие валки одновременно пропускается основа из мягкой стали с наложенным на нее плакирующим слоем нержавеющей стали.

Большое количество профилей малых сечений, изготавливаемых из стальной ленты толщиной до 2,5 мм путем непрерывного профилирования, применяется на автозаводах для выполнения деталей внешней и внутренней отделки автомашин, направляющих для подъема и опускания окон, ветровых рам, стоек для окон, поясков для стока воды и т. д. Эти профили, получаемые профилированием ленты, имеют довольно сложную конфигурацию с открытой или закрытой формой поперечного сечения при минимальном весе.

Применение профилированного металла способствует не только экономии металла, но также повышению производительности труда и культуры производства. Так как профилирование иногда заменяет штамповку с последующей сборкой и сваркой, то во многих случаях отпадает необходимость в дорогостоящих крупногабаритных прессах и штампах к ним, требующих для изготовления сложных и очень трудоемких лекальных и слесарных работ большого и дорогостоящего парка универсальных металлообрабатывающих станков (крупных копировально-фрезерных, расточных, карусельных, строгальных и др.).

Выполненная Украинским научно-исследовательским институтом металлов работа по выявлению потребности народного хозяйства Украинской ССР в гнутых профилях показала, что более широкое применение в автомобильной промышленности профилированного металла может обеспечить, без учета уменьшения трудовых затрат при изготовлении и монтаже, в среднем 20,6% экономии металла, или 15,6 руб. на 1 т применяемых гнутых профилей.

5. ПРИМЕНЕНИЕ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ В ДРУГИХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Широкое применение гнутые профили могут найти во всех отраслях машиностроения и в электрорадиопромышленности со значительным экономическим эффектом. Профили общего назначения типа различных размеров угольников, швеллерных, зетобразных,

С-образных, корытообразных профилей могут в значительных количествах применяться в конструкциях экскаваторов, бульдозеров и других дорожных машин, цементных разгрузчиков, транспортеров, конвейеров, кранов, компрессорного оборудования, калориферов, кондиционеров, полиграфических машин, гидравлических прессов, электрических вагон-весов, машин пищевой промышленности, торговых автоматов для продажи различных товаров широкого потребления, стиральных машин, холодильников, мотоциклов, велосипедов и многих других машин и изделий.

Применение на одном из заводов строительных машин швеллерного гнутого профиля взамен горячекатаного швеллера № 8 сэкономило 26% металла, а замена гнутым профилем швеллера № 12 дала 41% экономии металла.

Замена горячекатаных швеллеров и угольников гнутыми профилями в конструкциях асфальтосмесителей, пылеулавливающих установок, битумоплавильных котлов на Кременчугском заводе дорожных машин обеспечивает от 16 до 48%, а в среднем 25% экономии металла и, кроме того, уменьшает объем сварочных работ.

При изготовлении грейдеров типа Д-206 замена горячекатаного швеллера № 10 и полосовой стали размером 200×6 мм замкнутым гнутым профилем обеспечивает 13% экономии металла, уменьшает в четыре раза объем сварочных работ, устраняет операции разметки и вырезки.

Большое количество гнутых профилей может быть применено в конструкциях подъемно-транспортных машин и сооружений, в подвижных высотных конструкциях, имеющих большую протяженность, как, например, в отвальных мостах.

Применение в кранах типа КЖДЭ-25 гнутых угольников с размерами $(25 \div 50) \times (25 \div 50) \times (2,5 \div 5)$ мм взамен горячекатаных больших обеспечило 36% экономии металла. Применение специальной формы гнутых профилей в конструкции однобалочных кранов устранило операции разметки, резки, правки, сборки и сварки. За счет этого экономия по трудовым затратам на один кран составила 55 руб.

По данным донецкого завода им. 15-летия ЛКСМУ, замена в раме лебедки сварного профиля из двух горячекатаных швеллеров одним гнутым замкнутым профилем обеспечит до 40% экономии металла и снижение веса лебедки на 310 кг.

Изготовление из гнутых швеллерных и угольковых профилей каркасов пультов управления, ограждений, блоков, электрошкафов и механизмов загрузки и выгрузки гидравлических прессов обеспечило по сравнению с применявшимися горячекатаными швеллерами и угольниками от 12 до 65% экономии металла, а в среднем 18%.

Применение на одном из компрессорных заводов U-образных гнутых профилей по ГОСТ 8278—57 взамен горячекатаных швеллеров облегчает вес компрессоров типа ВК-25-21 на 17,8 кг, передвижных компрессорных станций типа ПСК-5 — на 100 кг, компрессор-

ных станций типа КСЭ-5 — на 57,2 кг и экономит около 40% металла от веса заменяемых горячекатаных профилей.

В электропромышленности гнутые профили могут применяться для рам, стоек, карнизов и других элементов распределительных панелей, уголков крепления рубильников и предохранителей, рамок и дверей силовых шкафов, клеммных реек, контроллеров, фундаментных плит и т. д. Изготовление на одном электроаппаратном заводе шкафов ртутных выпрямителей из гнутых профилей обеспечило уменьшение трудоемкости и до 20% сокращение расхода металла. Применение гнутых профилей при производстве комплект-распределительных устройств типа КР-10-VIV на одном из трансформаторных заводов экономит до 90 т металла в год. Применение специальных гнутых профилей для фундаментных плит электромашин обеспечивает на 20% сокращение расхода листового металла, применяющегося для этой цели в настоящее время.

Замена горячекатаных швеллеров № 16-а и № 22-а в фундаментных рамах дизельгенераторов типов К-150 и К-153 мощностью 50 квт гнутыми швеллерными профилями с размерами $200 \times 80 \times 5$ мм и $200 \times 100 \times 5$ мм обеспечивает уменьшение расхода металла на изготовление одного дизельгенератора на 44 кг. Только на одном заводе такая замена экономит в год около 90 т металла.

Гнутые профили могут применяться при изготовлении сварных рам выключателей нагрузки и масляных горшковых выключателей, а также при изготовлении разъединителей.

В конструкциях сварочных выпрямителей, селеновых выпрямителей горячекатаная угловая сталь может быть заменена более тонкими гнутыми угольниками. Так, например, при изготовлении селеновых выпрямителей угловая равнобокая горячекатаная сталь размерами $(32 \div 50) \times (32 \div 50) \times (4 \div 5)$ мм заменяется гнутыми угольниками с такими же размерами полок, но толщиной 2—3 мм.

Изготовление каркасов блока телефонной аппаратуры и междугородного коммутатора из гнутых угольников вместо горячекатаной угловой стали обеспечивает до 24% экономии металла и до 30% экономии трудовых затрат в связи с сокращением сварочных работ.

Такие гнутые профили, как равнобокие и неравнобокие угольники, швеллерные и корытообразные профили, а также специальные профили, изготавливаемые методом штамповки на прессах, широко применяются в конструкциях всех типов щитов, камер распределительных устройств, комплектных трансформаторных подстанций, силовых шкафов, магистральных шинопроводов, коробок к шинопроводам и т. д. Замена штампованных деталей изготовленными методом профилирования обеспечит снижение трудовых затрат и себестоимости производства указанного электротехнического оборудования.

В целом по отрасли электротехнической промышленности применение гнутых профилей экономит в среднем 20,7% металла и снижает трудовые затраты в размере 5,4 руб. на 1 *m* гнутых профилей. Суммарная экономия на 1 *m* составляет 21 руб.

В самолетостроении гнутые профили применяются для изготовления фюзеляжей, различной формы нервюр, шпангоутов, стрингеров крыла и фюзеляжа, волнистых листов, радиаторов, измерительной аппаратуры, панелей, деталей реактивных двигателей и т. д.

В судостроении из гнутых профилей выполняются двери, рамы, огнестойкие перегородки, каналы для осветительных, телефонных и сигнальных проводов, декоративные элементы океанских и речных судов. В судостроении применяется большое количество гофрированных листов с трапецевидным профилем гофров, применяющихся для нерасчитываемых корпусных конструкций (переборки в настрояках, выгородках, шахтах, котельных кожухах и т. п.). Конструкции из гофрированных листов легче обычных, выполняемых из листовой стали с приваренными ребрами жесткости, в среднем на 25%, что уменьшает расход металла на 32 *m* на одно судно, а трудовые затраты за счет сокращения операций разметки, вырезки и сварки — на 20%.

Применение гнутых профилей взамен сварных для поперечного и продольного наборов корпуса судна снижает трудоемкость изготовления каждого погонного метра набора на 48%. Замена сварных конструкций гнутыми угольниками размером $(40 \div 80) \times (120 \div 250) \times (3 \div 5)$ мм в переборках, выгородках, нерасчитываемых корпусных конструкциях экономит 2,5 *m* металла на одно судно и сокращает трудовые затраты на 400 руб.

В конструкциях мотоциклов и велосипедов из гнутых профилей изготовляют ободья колес, рамы, рули, детали багажников, прицепных колясок и различного вида тележек.

На заводах продовольственного машиностроения и пищевой промышленности гнутые профили могут найти широкое применение в конструкциях транспортеров, автоматических линий, связывающих отдельные агрегаты, и пр. Так, например, применение тонкостенных гнутых угольников взамен горячекатаной угловой стали в конструкциях различного типа транспортеров, моечных машин, цепных и ленточных элеваторов экономит до 25—50% металла. Замена полосовой стали, сваренной с горячекатаной угловой, одним гнутым швеллерным профилем $25 \times 25 \times 2$ мм в конструкции автопередвижной вальцевой машины типа ММ-01 экономит 57% металла и на 12,5 руб. сокращает трудовые затраты на одну машину.

Гнутые профили небольших сечений могут найти широкое применение для оборудования магазинов, столовых, общественных зданий, для изготовления бытовых предметов. Так, гнутые профили могут быть применены для изготовления прилавков, витрин, дверей, отделки углов, полок в магазинах, буфетов в столовых, мебели, холодильников, стиральных машин, газовых плиток и т. д.

6. ПРИМЕНЕНИЕ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗА РУБЕЖОМ

Строительство является одним из крупных потребителей гнутых профилей; большое количество их для строительных конструкций производится в США, Англии, Федеративной Республике Германии, Франции, Швеции, Австрии, Италии и других странах.

На металлургических заводах как США, так и Европы в последнее время значительно расширилось производство тонкостенных гнутых профилей из листового металла для различных строительных элементов — швеллеров, уголков, тавров, двутавров, а также профилей, заменяющих узлы, изготовлявшиеся ранее сваркой или клепкой нескольких горячекатаных профилей.

Гнутые строительные профили для промышленных зданий, складских построек, профилированные рельсы для троллеев, подвески дверей и другие быстро стандартизируются.

Гнутые профили применяются для различных стоек, связей балок, оконных и дверных рам, ворот, дверных полотен, перегородок, сборных конструкций, сооружений парников и оранжерей, дождевых желобов и др.

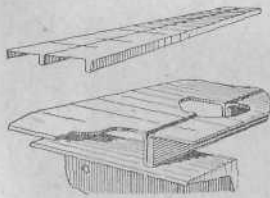


Рис. 30. Гнутые профили настилов для полов.

Для настилки полов применяются гнутые профили (рис. 30) шириной 300 мм, толщиной 0,9—1,24 мм, высотой полки 37 мм и длиной 5,5 м. Иногда для жесткости их изготовляют с ребрами посередине. Применение таких профилей приводит к уменьшению веса металлоконструкций зданий на 7—10%, значительно облегчает и ускоряет строительство. Из подобных профилей могут быть выполнены также междуэтажные и кровельные перекрытия.

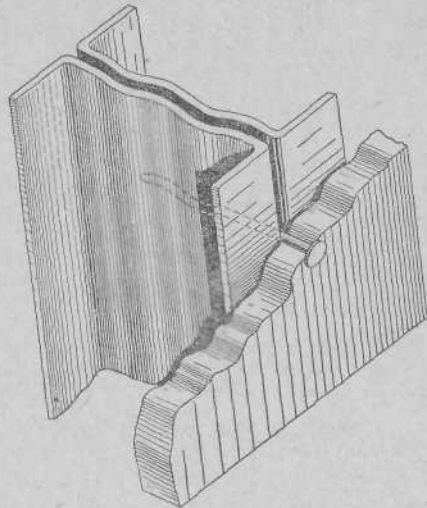


Рис. 29. Крепление гвоздями обшивки к гнутым профилям с волнистой стенкой.

Металлические конструкции легких промышленных зданий и каркасы жилых домов полностью выполняются из гнутых профилей, собранных на заводе. Стропильные фермы, половые балки, стенки и перегородки в собранном виде быстро и легко крепятся на месте и не требуют применения специальных подъемно-транспортных машин (рис. 31). Для промышленных зданий, гара-

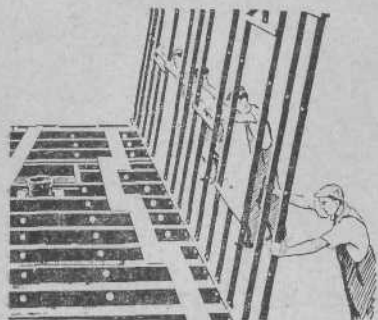


Рис. 31. Монтаж конструкций из легких гнутых профилей.

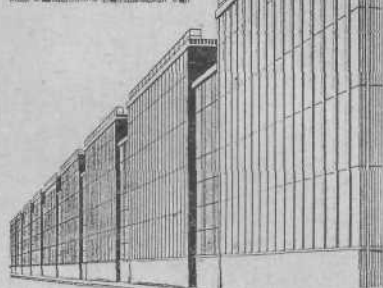


Рис. 32. Стены промышленного здания с обшивкой из профилированных ребристых листов.

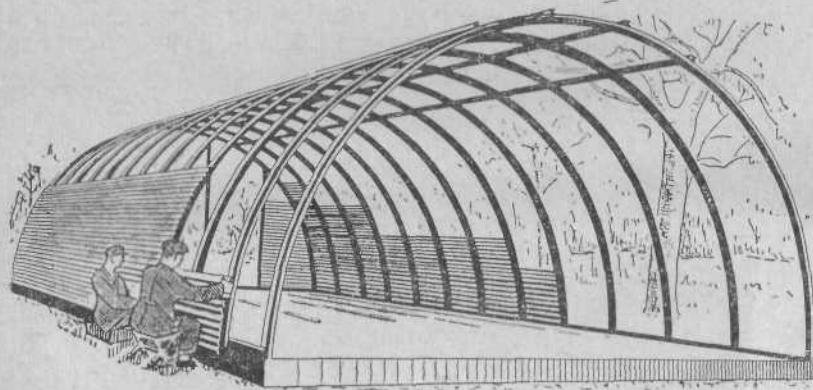


Рис. 33. Переносное помещение, полностью изготовленное из гнутых профилей.

жей, ангаров, складов и сельскохозяйственных построек применяются облицовка и перекрытие из ребристых плит (рис. 32), волнистого листового металла (рис. 33) или филенки, профилируемых на гибочных станах.

Мачты для электропередач радио и телевидения высотой до 90 м сооружаются полностью из гнутых профилей.

В различных служебных и конторских помещениях часто применяются передвижные перегородки, выполненные из гнутых профилей и профилированных филенок со шпунтовым скользящим соединением. Замки таких соединений легко и точно выполняются на профилегибочных станах. Применение их в строительных элементах, выполняемых из гнутых профилей, снижает стоимость не только материала, но также в значительной мере и стоимость работ по сборке и установке.

Облегченные гнутые профили широко применяются в зарубежной практике жилищного строительства, где они в ряде случаев заменяют деревянные конструкции в связи с предъявляемыми к ним более высокими эксплуатационными требованиями. При строительстве жилых зданий гнутые профили применяются для балок настила полов, стен, внутренних перегородок, стропил крыши, оконных и дверных рам, водостоков, карнизов, ограждений балконов и лестниц, внутренней и внешней отделки домов. Конструкции из гнутых профилей легко собираются и крепятся болтами. Для кровли зданий часто применяются узкие профилированные ребристые листы, которые одновременно служат вторичными опорными элементами (рис. 34).

Гнутые профили широко применяются для изготовления легких, изящных рам витрин магазинов, внутренних и наружных дверей, перегородок, парадных входов зданий, различных выставочных помещений, шахт лифтов и т. д. Большинство профилей, применяющихся в этих конструкциях, изготавливаются из нержавеющей стали или со специальными покрытиями.

Строительство больших служебных зданий, школ, жилых домов, больниц и др. из стальных конструкций, выполненных из гнутых профилей, по данным одной английской фирмы, позволило сократить на 30% время, необходимое для строительства, на 40% уменьшился вес конструкций по сравнению с обычными и на 10% сократилась общая стоимость здания.

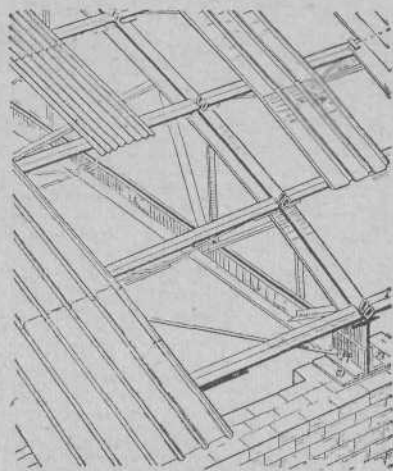


Рис. 34. Стропильная ферма и кровля из гнутых профилей.

7. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В настоящее время большое количество строительных конструкций переведено на сборный железобетон. Однако еще много стальных конструкций применяется и будет применяться в строительстве специальных зданий, тяжелых балочных мостов, легких перекрытий, подвижных и башенных конструкций, резервуаров, цистерн и т. д. Применение в этих конструкциях гнутых профилей имеет большие перспективы. По данным Центрального научно-исследовательского института промышленного строительства, около 12,6% потребляемого в строительстве металла могут составлять гнутые профили, применение которых экономит в среднем 38,4% металла, или 78,7 тыс. *t*, при выполнении каждого миллиона тонн металлоконструкций. Если из этого количества исключить прогоны кровли, которые выполняются из железобетона, то и тогда экономия металла составит около 29%.

Для нужд строительства могут быть использованы гнутые профили как с открытой формой поперечного сечения, так и сварные с замкнутой, трубчатой формой сечения.

Профили с открытой формой сечения могут широко применяться в следующих типах металлоконструкций: 1) стропильные фермы, выполненные полностью из гнутых профилей; 2) элементы конструкций колонн; 3) стойки светоаэрационных фонарей промышленных зданий; 4) стальные оконные и фонарные переплеты промышленных зданий; 5) импосты оконных проемов и прогоны остекления фонарей промышленных зданий; 6) ступени для лестниц промышленных зданий; 7) резервуары для хранения нефтепродуктов и воды емкостью от 3 до 75 m^3 ; 8) стальные формы для изготовления сборных железобетонных конструкций; 9) сборно-разборные зерновые склады.

Замкнутые сварные профили различной конфигурации — прямоугольные, квадратные, круглые, треугольные и овальные — являются самыми экономичными с точки зрения расхода металла в сжатых, сжато-изогнутых и скручиваемых стержнях элементов металлоконструкций. Следует также иметь в виду, что применение профилей с замкнутой формой сечения вдвое повышает устойчивость конструкций против коррозии. Замкнутые гнутые профили могут широко применяться в следующих металлоконструкциях: 1) сжатые элементы решеток стропильных и подстропильных ферм; 2) различные конструкции мачтового и башенного типа; 3) ограждения лестниц и балконов жилых домов.

Проведенная Украинским институтом металлов работа по выявлению потребности народного хозяйства Украинской ССР в гнутых профилях показала, что потребность строительства Украины на 1965 г. составляет 152 тыс. *t* (без учета потребности для резервуаров, которая равна 18,1 тыс. *t*). Однако и это количество

не отражает всех возможностей применения гнутых профилей, так как далеко еще не во всех проектах, направляемых на предприятия, предусмотрено применение гнутых профилей. Более половины выявленной потребности 80 тыс. *t* — приходится на заводы металлоконструкций.

Наиболее распространенными типами гнутых профилей в строительстве являются угольщики и швеллерные профили, потребность в которых составляет соответственно 52 и 50 тыс. *t*, или 34,1 и 32,8% от всей потребности Украины по строительству. Потребность в замкнутых гнутых профилях составляет 26 тыс. *t*, или 17,1%; крытообразные профили занимают 9,2% потребности по отрасли, или 14 тыс. *t*; профилей для оконных и фонарных переплетов требуется 3,3 тыс. *t*, или 2,1%; остальное количество распределяется так: С-образных профилей требуется 2,4 тыс. *t*, или 1,6%; зетобразных — 0,2 тыс. *t*, или 0,1%; специальных типов профилей — 4,6 тыс. *t*, или 3,0% от всей потребности по строительству.

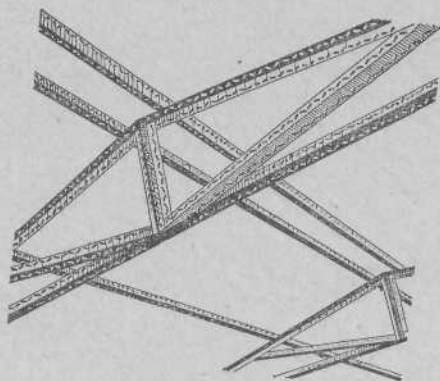


Рис. 35. Металлоконструкции стропильных ферм из перфорированных гнутых профилей.

Около четверти всей потребности приходится на профили толщиной до 4 мм и шириной заготовки до 400 мм; профили с размерами заготовок по толщине от 5 до 8 мм и ширине от 76 до 600 мм составляют 46%; профили толщиной от 9 до 16 мм и шириной заготовки от 76 до 600 мм занимают 12% потребности строительства. Остальную потребность составляют профили толщиной от 4 до 16 мм и шириной заготовки до 2000 мм. Все профили для строительства изготавливаются из стали рядовых марок Ст. 3 и Ст. 5.

Применение гнутых профилей в целом по строительству экономит от 7,4 до 50% металла; экономия трудовых затрат составляет от 2,8 до 5,0 руб. на 1 *t* гнутых профилей. Общая экономия от применения 1 *t* гнутых профилей в строительстве составляет 15 руб. При полном удовлетворении потребности строительства гнутыми профилями на Украине годовая экономия составит 228 тыс. руб.

Выявленная потребность строительства в гнутых профилях не содержит сведений о перфорированных профилях (рис. 35), которые можно использовать в конструкциях легких построек, гаражей, ангаров, складов, мастерских, стеллажей, навесов (рис. 36) со

значительной экономией металла, возможностью быстрого монтажа, демонтажа и многократного использования в конструкциях временного типа.

При организации производства этих профилей потребность в них строительства будет выражаться тысячами тонн.

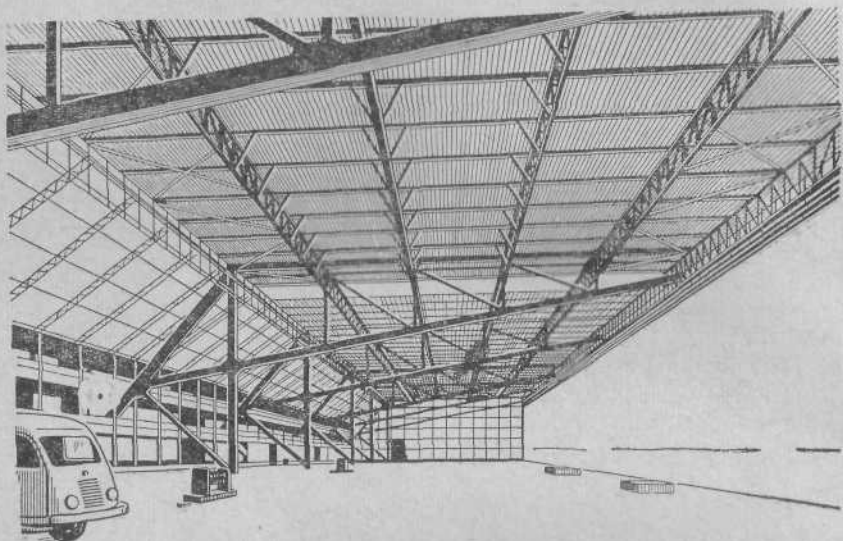


Рис. 36. Навес, металлоконструкции и покрытие которого выполнены из гнутых профилей.

8. ПРИМЕНЕНИЕ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ В НЕСУЩИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Примером применения гнутых профилей в несущих строительных конструкциях может служить здание листопрокатного цеха одного из металлургических заводов. На рис. 37 показан один из элементов конструкции — колонна этого цеха, изготовленная с применением гнутого швеллерного профиля.

В конструкциях стропильных ферм промышленных зданий расчетные элементы, работающие на сжатие, составляют более 50% от веса ферм. Применение равных по прочности гнутых профилей в сжатых элементах верхних поясов, опорных раскосов, стоек ферм экономит металл по этим элементам от 3 до 42%, а в среднем — на 33%.

Существующие фермы из уголков имеют ряд существенных недостатков: компоновка элементов ферм из двух уголков, поставленных тавром, приводит к перерасходу стали и повышению трудоемкости

изготовления. При применении гнутых профилей все стержни ферм могут быть выполнены цельными со значительно более рациональным использованием материала.

Использование гнутых профилей с открытой формой сечения в виде швеллерных, С-образных и корытообразных профилей в конструкциях стропильных ферм экономит до 10% стали по сравнению с фермами, выполненными из горячекатаной угловой стали.

С учетом удельного объема различных элементов стропильных ферм институтом «Проектстальконструкция» определено относительное количество типов гнутых профилей, которые могут быть применены при изготовлении этих ферм. Для нижнего пояса и части решетчатых стропильных ферм могут применяться швеллерные профили, которые составят около 40% общего количества гнутых профилей. Около 33% составят корытообразные профили, из которых можно изготовить верхний пояс ферм. Основные сжатые элементы решетки стропильных ферм целесообразно изготовить из С-образных профилей, которых потребуется около 27%.

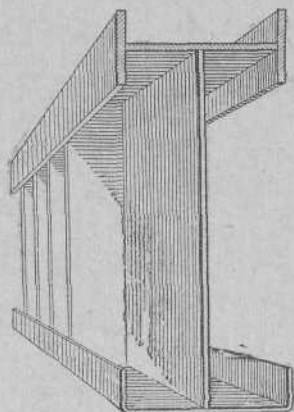


Рис. 37. Колонна промышленного здания, изготовленная с применением швеллерного гнутого профиля.

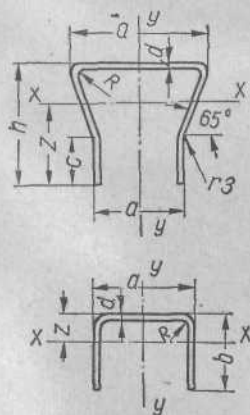


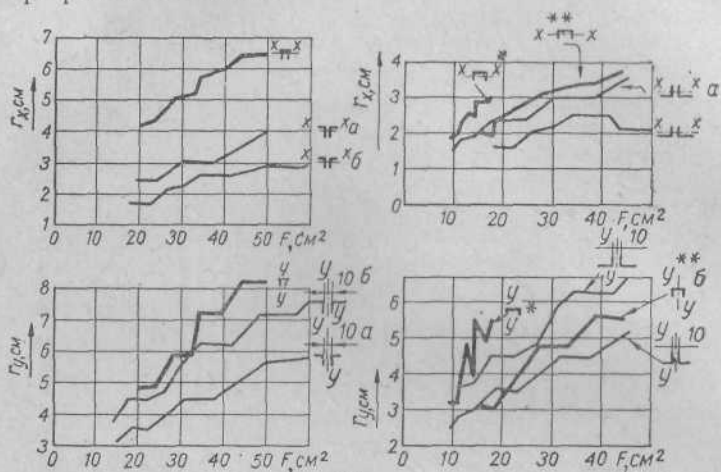
Рис. 38. Гнутые профили для ферм.

В несущих строительных конструкциях гнутые профили могут применяться в фермах промышленных зданий, в конструкциях связей. При этом обеспечивается не только экономия стали, но и значительно снижается трудоемкость изготовления ферм вследствие уменьшения количества элементов в стержнях ферм вдвое и исключения из конструкции соединительных планок.

Пробными проектированиями ферм, произведенными Центральным научно-исследовательским институтом промышленного строительства, было выявлено, что для верхнего пояса рациональна коробчатая форма профиля (рис. 38), а для решетки и нижнего пояса — швеллер с широкими полками [36]. Швеллер для стержней решетки может быть изготовлен с отогнутыми краями полок или без их отгиба.

Стенки коробчатого профиля в нижней его части сближены для того, чтобы можно было применять в сжатых элементах решетки более выгодный профиль швеллера с низкой

стенкой и широкими полками. Кроме того, излом стенок коробчатого профиля необходим для придания ему большей устойчивости при работе на сжатие.



*) Толщина стенок профиля $\delta=5\pm 6$ мм

***) Толщина стенок профиля $\delta=8\pm 14$ мм

Рис. 39. Сравнение величин радиусов инерции сечений стержней из гнутых профилей и горячекатаных угольников:
а — равнобоких; б — неравнобоких.

Коробчатый профиль и швеллеры имеют общий увязочный размер a , необходимость которого определяется конструктивным решением присоединения решетки к поясам. Размер a может быть задан как по внешним, так и по внутренним граням коробчатого профиля.

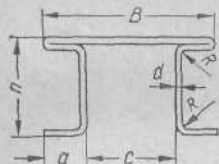


Рис. 40. Гнутый коробчатый профиль для верхнего пояса легких ферм ($h=50\div 105$ мм, $B=100\div 155$ мм, $d=2,0\div 4,0$ мм, $C=56\div 91$ мм, $a=18,5\div 31,5$ мм, $R=1,0\div 2,0$ мм, $F=5,2\div 18$ см²).

Величина радиусов инерции сечений у гнутых профилей коробчатой формы и швеллеров (для решетки) значительно выше, чем у стержней из двух уголков (рис. 39).

Для верхних поясов легких ферм с укладкой плит кровли между узлами верхнего пояса был разработан сортament коробчатых профилей другого типа (рис. 40). Геометрические характеристики этих профилей намного лучше характеристик сечений из двух уголков: радиус инерции выше на 40—60%, $W_{y_{max}}$ — на 40—50%, $W_{x_{max}}$ — на 100% [36].

Применение для верхнего пояса и решетки нижнего пояса ферм швеллерных гнутых профилей, изготовленных из стали марки Ст. 3, может дать экономию стали около 10%, а при изготовлении

этих профилей из низколегированной стали марки НЛ2—около 30%.

При использовании в сжатых элементах фермы пролетом 30 м при шаге колонн 6 м под нагрузку 850 кг/м^2 двух сваренных в тавровый профиль горячекатаных уголков требовалось 180 деталей общим весом 5,27 т и 100 м сварочного шва для них. Если вместо горячекатаной угловой стали применить корытообразные гнутые профили, то ферма может быть изготовлена из 146 деталей общим весом 4,68 т и потребуется 65 м сварного шва. Вес фермы уменьшит-

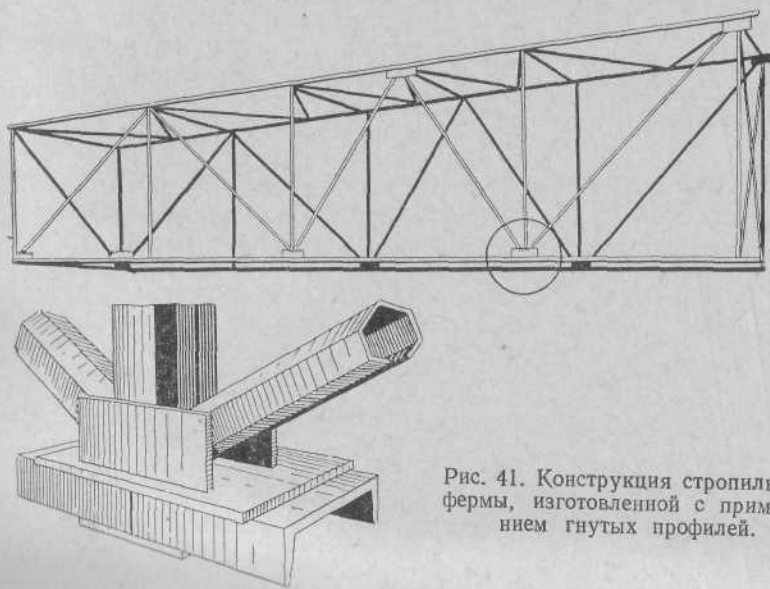


Рис. 41. Конструкция стропильной фермы, изготовленной с применением гнутых профилей.

ся на 10%; при этом на 19% сократится количество деталей и на 35% уменьшится объем сварочных работ.

Одна из конструкций строительной фермы пролетом в 30 м с применением гнутых профилей показана на рис. 41. В конструкции этой фермы верхний пояс, опорные сжатые раскосы и раскосы, подбираемые по гибкости, изготовлены из специальных гнутых профилей с отбортовками. Такая замена обеспечивает экономию металла от 8 до 29% от веса элементов, изготовленных из свариваемых попарно профилей горячекатаной угловой стали.

Применение сварных замкнутых профилей круглого сечения уменьшает вес фермы на 10% и почти наполовину сокращает как число деталей элементов фермы, так и объем сварочных работ.

Экономия металла от применения гнутых профилей в одинаково нагруженных фермах с различными пролетами (от 18 до 36 м) составляет от 7,5 до 15% веса всей фермы.

При общей потребности по СССР в металлоконструкциях для стропильных и подстропильных ферм с фонарями и связями на 1965 г., равной 230 тыс. т, экономия металла составит более 25 тыс. т в год.

Применение замкнутых гнутых профилей имеет особое значение для большепролетных промышленных и общественных зданий (авиасборочные и судостроительные цехи, ангары, эллинги, гаражи, вокзалы, выставочные и спортивные залы, рынки), конструкции которых работают в основном на собственный вес и поэтому уменьшение его является главной целью.

Сварные гнутые профили круглого сечения могут широко применяться в несущих элементах конструкций различных опор, где их вес составит около 70% веса всей опоры. Трубчатые сечения прекрасно обтекаемы и поэтому менее подвержены ветровым давлениям, чем другие сечения.

Спроектированные из металла трубчатого сечения переходные опоры линий электропередач напряжением 110 кВ через реку Северная Двина в г. Архангельске высотой 112 м позволили снизить на 20—25% вес опоры за счет меньшей ветровой нагрузки на опору.

Кроме того, замкнутые гнутые профили являются наилучшими с точки зрения устойчивости их против коррозии в условиях агрессивной среды, их легко очищать, окрашивать, на них меньше скапливаются грязь и влага. Для защиты от коррозии внутренней поверхности замкнутых профилей их герметически закрывают.

Металлоконструкции башенного и мачтового типов почти полностью могут изготавливаться из гнутых профилей. К таким конструкциям относятся опоры линий электропередач, радиорелейных линий, телевизионные и радиомачты (рис. 42), опоры нефтяных вышек, радиорефлекторов, дождевальных машин и др. Применение в этих конструкциях замкнутых трубчатых профилей снижает вес элементов на 25%; вес всей опоры при этом уменьшается на 16—22%.

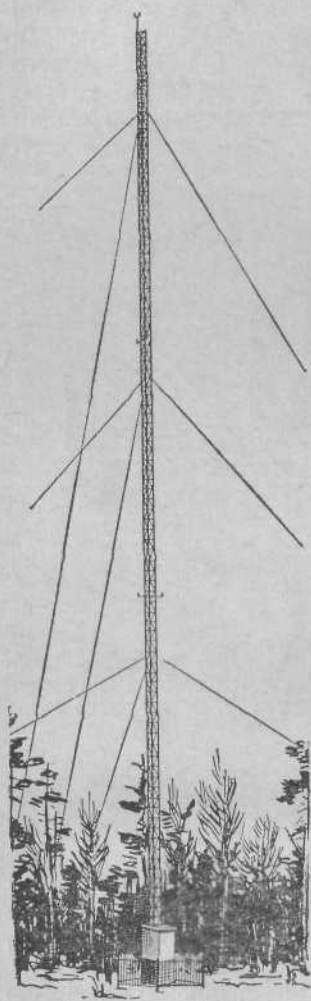


Рис. 42. Радиомачта высотой 98 м, изготовленная из гнутых профилей.