ПРАВИЛА
УСТРОЙСТВА И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ, РАБОТАЮЩИХ НА ВЗРЫВООПАСНЫХ И ТОКСИЧНЫХ ГАЗАХ

«МЕТАЛЛУРГИЯ»
1977

gost.e-ecolog.ru

СОГЛАСОВАНО
с ВЦСПС
18 декабря 1970 г.,
с Госстроем СССР
29 октября 1970 г.,
с Минхимпромом
23 сентября 1970 г.,
с Миннефтехимпромом СССР
15 декабря 1970 г.,
с Минхиммашем
29 октября 1970 г.

УТВЕРЖДЕНО
Госгортехнадзором СССР
28 декабря 1970 г.

ПРАВИЛА

УСТРОЙСТВА И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ, РАБОТАЮЩИХ НА ВЗРЫВООПАСНЫХ И ТОКСИЧНЫХ ГАЗАХ

Издание 2-е, переработанное и дополненное

Москва «МЕТАЛЛУРГИЯ»
1977

УДК 621.642.614.83

Редакционная комиссия:
П. Г. Удыма (председатель), *С. Г. Соколов, М. П. Аничков, С. А. Альперович, С. К. Бенинсон, Б. И. Думов, А. А. Ильченко, Н. П. Козырев, Г. В. Кирюхин, А. Г. Мальцев, Д. И. Наумченко, А. И. Нагорнова, Н. Т. Усков.*

УДК 621.642.614.83
Правила устройства и безопасной эксплуатации поршневых компрессоров, работающих на взрывоопасных и токсичных газах. М., «Металлургия», 1977. 40 с.

Настоящие Правила являются переработанным и дополненным изданием **«Правил устройства и безопасной эксплуатации поршневых компрессоров, работающих на взрывоопасных и токсичных газах»**, утвержденных Госгортехнадзором СССР 28 декабря 1970 г.

Правила содержат требования безопасности, подлежащие выполнению при изготовлении, монтаже и эксплуатации стационарных поршневых компрессорных установок, работающих на взрывоопасных и токсичных газах.

Правила предназначены для инженерно-технических работников министерств, ведомств, организаций и предприятий, осуществляющих проектирование, изготовление и эксплуатацию таких установок, а также для работников контролирующих организаций.

С введением в действие настоящих Правил утрачивают силу «Правила устройства и безопасной эксплуатации поршневых компрессоров, работающих на взрывоопасных и токсичных газах», утвержденные Госгортехнадзором СССР 28 декабря 1970 г., изданные в 1972 г.

© Издательство **«Металлургия», 1977.**

П $\frac{31015-093}{040(01)-77}$ Б.З.65.6.76

Предисловие

Настоящие правила подготовлены Ленинградским НИИХИММАШем с участием ГИАП Минхимпрома.

Правила составлены с учетом опыта эксплуатации компрессоров, работающих на взрывоопасных и токсичных газах, и содержат основные требования по технике безопасности.

В окончательной редакции правил учтены замечания и предложения, поступившие от Минхимпрома, Минхиммаша, Миннефтехимпрома СССР, Миннефтепрома, Минмонтажспецстроя СССР, ГУПО МВД СССР и других заинтересованных организаций.

В Правилах учтены соответствующие главы СНиП, санитарные нормы, Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов для горючих, токсичных и сжиженных газов (ПУГ-69), Правила безопасности во взрывоопасных и взрыво-пожароопасных химических и нефтехимических производствах (ПБВХП—74), Правила устройства электроустановок (ПУЭ) и другие нормативные документы, касающиеся вопросов проектирования и безопасной эксплуатации компрессорных установок, работающих на взрывоопасных и токсичных газах.

РАЗДЕЛ I
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие Правила распространяются на стационарные поршневые компрессорные установки с давлением до 500 кгс/см^2, работающие на взрывоопасных и токсичных газах.

Правила не распространяются на холодильные и кислородные компрессорные установки, поршневые газоперекачивающие агрегаты, а также компрессорные установки, работающие на радиоактивных газах и газах ацетиленового ряда.

При применении импортных комплектных компрессорных установок следует руководствоваться «Указаниями по проектированию предприятий (объектов), сооружаемых на базе комплектного импортного оборудования, изготовленного по иностранным лицензиям (СН 364-67)».

1.2. Настоящие Правила распространяются на все проектируемые, вновь изготавливаемые и реконструируемые компрессорные установки, а в части эксплуатации — на все действующие поршневые компрессорные установки, перечисленные в п. 1.1.

Действие настоящих Правил распространяется на все подконтрольные Госгортехнадзору СССР предприятия и объекты независимо от их ведомственной принадлежности.

1.3. Порядок и сроки приведения действующих и монтируемых компрессорных установок в соответствие с настоящими Правилами определяются в каждом конкретном случае руководителями предприятий по согласованию с вышестоящими хозяйственными организациями, местными органами Госгортехнадзора и соответствующими органами профсоюза.

1.4. Предприятием, эксплуатирующим установки, конструкция и размещение которых не позволяют привести их к требованиям настоящих Правил, разрабатываются дополнительные мероприятия по повышению безопасности эксплуатации. Дополнительные мероприятия утверждаются главным инженером предприятия и согласовываются с организацией — автором проекта компрессорной установки, отраслевым проектным институтом, местными органами госгортехнадзора и соответствующими органами профсоюза.

1.5. Инструкции по эксплуатации компрессорных установок должны соответствовать инструкциям заводов-изготовителей, технологическим регламентам, настоящим Правилам и другим нормативным документам по технике безопасности для данного производства.

Инструкции должны утверждаться главным инженером предприятия, эксплуатирующего компрессорные установки.

1.6. Инструкции по эксплуатации компрессорных установок должны быть вывешены на рабочих местах, а также выданы под расписку обслуживающему персоналу.

1.7. Периодическая проверка знаний персонала, обслуживающего компрессорные установки, должна осуществляться не реже чем через 12 мес. Результаты проверки должны оформляться протоколом.

1.8. К самостоятельной работе по обслуживанию компрессорных установок, работающих на взрывоопасных и токсичных газах, допускаются лица не моложе 18 лет, признанные годными по состоянию здоровья, обученные по соответствующей программе и имеющие удостоверение квалификационной комиссии на право обслуживания компрессорных установок.

1.9. Выбор типа исполнения и варианта размещения электродвигателей, пусковой аппаратуры, светильников искусственного освещения, средств автоматизации, силовой и осветительной сетей должен осуществляться в зависимости от класса помещения, категории и группы взрывоопасной среды и соответствовать требованиям «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ) и «Правил изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования» (ПИВРЭ), а эксплуатация их должна осуществляться в соответствии с требованиями «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭ и ПТБ).

1.10. Компрессорные установки, предназначенные для сжатия токсичных газов, должны соответствовать «Санитарным правилам организации технологических процессов и гигиеническим требованиям к производственному оборудованию» № 1042—73.

РАЗДЕЛ II

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОМПРЕССОРНЫМ УСТАНОВКАМ

Общие требования

2.1. В помещениях компрессорных установок, работающих на взрывоопасных и токсичных газах, запрещается размещать аппаратуру и оборудование, технологически и конструктивно не связанные с компрессорами.

Примечание. Порядок размещения компрессоров и другого технологического оборудования на предприятиях азотной промышленности определяется отраслевыми нормами, действующими в этой отрасли промышленности.

2.2. Передача движения от двигателя к компрессорам, работающим на взрывоопасных газах, может осуществляться через муфту, редуктор и в виде исключения через клиноременное устройство. Применение плоскоременных передач не допускается. Допускается непосредственная посадка ротора электродвигателя на вал компрессора, при этом уровень защиты электродвигателя должен быть выбран в соответствии с ПИВРЭ.

2.3. Если компримируемый газ является одновременно токсичным и взрывоопасным, то компрессорная установка должна удовлетворять требованиям, предъявляемым к компрессорным установкам, работающим как на токсичном, так и на взрывоопасном газе.

2.4. Не разрешается применять компрессорную установку для сжатия газа, отличающегося от того, который был предусмотрен проектом, без согласования с заводом-изготовителем и организацией — исполнителем технического проекта установки.

2.5. Для компрессорных установок, работающих на загрязненных газах на всасывающей линии, должны устанавливаться стационарные грязеотделители и фильтры.

При работе компрессорных установок на газе со 100%-ной влажностью, когда возможно выпадение капель, на всасывающей линии компрессора необходимо устанавливать стационарные влагоотделители.

2.6. На период обкатки, а при необходимости и на первый период работы до получения чистого газа на всасывании во всех компрессорных установках должны быть установлены временные фильтры, исключающие опасность попадания в цилиндры посторонних предметов, грязи и окалины.

2.7. Компрессорные установки должны иметь устройства для предотвращения попадания смазочных масел на бетон и пол.

2.8. Организация — исполнитель технического проекта компрессорной установки — должна вести авторский надзор в установленном порядке.

2.9. Организация — исполнитель технического проекта компрессорной установки — должна сообщить проектирующей организации величины ожидаемого выделения тепла (собственно компрессором, трубопроводами и межступенчатой аппаратурой) и вредных продуктов при работе компрессорной установки для учета при разработке системы отопления и вентиляции компрессорного помещения.

Размещение оборудования компрессорных установок

2.10. Размещение оборудования компрессорных установок, щитов управления и приборов должно обеспечивать безопасность и удобство их обслуживания, эксплуатации и ремонта в производственных условиях.

2.11. Помещение, в котором размещено компрессорное оборудование, работающее на взрывоопасных и токсичных газах, должно соответствовать требованиям действующих СНиП и «Санитарным нормам проектирования промышленных предприятий».

2.12. Высота помещения, в котором размещено компрессорное оборудование, должна обеспечивать возможность монтажа, демонтажа и ремонта оборудования компрессорных установок.

2.13. В междуэтажном перекрытии должны быть предусмотрены съемные участки над компрессорным оборудованием, расположенным на первом этаже, для удобства монтажа, обслуживания и ремонта которого требуется доступ через перекрытие.

2.14. К техническому заданию на разработку компрессорной установки, размещенной в боксе, должны быть приложены требования о выполнении компрессорного оборудования с дистанционным управлением и размещении его в боксах с вытяжной или приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей поступление достаточного количества свежего воздуха и исключающей опасность выхода газа в соседнее помещение.

2.15. В фундаментах компрессорных установок, цилиндры которых имеют низко расположенные клапаны и другие части, требующие доступа для удобства обслуживания, необходимо устраивать ниши, нижние отметки которых не должны выходить за пределы $\pm 0{,}00$.

Механизация управления и обслуживания

2.16. В техническом проекте компрессорной установки для обоснованного выбора грузоподъемных механизмов и транспортных средств должны быть указаны технические данные, максимальные габариты и максимальная масса подлежащих перемещению деталей или узлов.

2.17. При применении подъемно-транспортных средств и механизмов необходимо соблюдать меры, обеспечивающие их

безопасную эксплуатацию во взрыво- и пожароопасных помещениях.

2.18. Для выполнения работ по монтажу, демонтажу и замене, а также ремонту холодильников, влагомаслоотделителей, буферных емкостей и участков коммуникаций помещения должны быть оборудованы соответствующими средствами механизации.

2.19. Компрессорные установки мощностью от 250 кВт и выше должны быть снабжены валоповоротными устройствами, поворачивающими вал в двух направлениях и имеющими блокировку с двигателем компрессора.

2.20. Аппараты, тяжелые узлы и детали компрессорной установки должны иметь приливы соответствующей прочности, отверстия, грузовые винты или другие устройства, обеспечивающие удобное и безопасное крепление стропов с учетом центра тяжести аппарата, компрессорного оборудования и их узлов. Места строповки должны иметь соответствующие надписи или условные обозначения.

2.21. Управление компрессорным оборудованием должно быть дистанционным. В отдельных случаях допускается ручное управление. При этом усилие на рукоятках, рычагах или маховиках не должно превышать 4 кгс.

2.22. Затяжка ответственных резьбовых соединений должна производиться с помощью инструментов, позволяющих осуществлять контроль затяжки согласно требованиям, предъявляемым эксплуатационной и ремонтной документацией завода-изготовителя или другой специализированной организации.

2.23. В компрессорных установках, работающих на взрывоопасных газах, при применении рычагов, цепных колес, кулачков и шарнирных соединений для привода арматуры должны быть предусмотрены меры, обеспечивающие надежную защиту от искрения в трущихся частях.

Требования к герметичности

2.24. В компрессорных установках должен быть предусмотрен отвод газа из сальников, фонарей, бака системы промывки сальников, успокоительного бака на сливе конденсата (воды) и масла от продувок, маслоотстойника в соответствии с требованиями, изложенными в п. 2.30 настоящих правил.

Указанные узлы должны быть герметичными.

2.25. Узлы компрессорной установки, в которых могут скапливаться конденсат и масло, должны продуваться в бак продувок для отделения конденсата и масла от газа.

Бак продувок должен быть соединен со всасывающей линией I ступени и атмосферой в соответствии с требованиями, изложенными в п. 2.30 настоящих Правил, и иметь устройство, препятст-

вующее одновременному соединению бака с газовой коммуникацией и атмосферой.

Примечание. В дожимающих компрессорных установках продувка аппаратов должна осуществляться в бак продувок высокого давления, постоянно соединенный со всасывающей линией I ступени и через продувочный вентиль с баком продувок низкого давления, при этом бак продувок низкого давления должен быть постоянно соединен с атмосферой в соответствии с требованиями, изложенными в п. 2.30 настоящих Правил.

2.26. Компрессорные установки, сжимающие взрывоопасные и токсичные газы от атмосферного давления, на линии всасывания I ступени перед задвижкой должны иметь гидрозатвор (по ходу газа) во избежание утечек газа через запорную арматуру в случаях длительной остановки или сдвоенную запорную арматуру со спускным вентилем (воздушником) для контроля ее герметичности.

Конструкция гидрозатвора должна исключать попадание затворной жидкости во всасывающую линию компрессора.

Дожимающие компрессорные установки, работающие на взрывоопасных и токсичных газах, должны иметь на линии всасывания I ступени сдвоенную запорную арматуру с воздушником.

Компрессорные установки, работающие на взрывоопасных и токсичных газах, должны иметь сдвоенную запорную арматуру с воздушником на выходной линии газа после последней ступени или после какой-либо промежуточной ступени, из которой предусмотрен отбор газа.

2.27. В компрессорных установках, сжимающих газ от атмосферного давления, бак продувок должен быть снабжен предохранительным клапаном со сбросом газа во всасывающую линию I ступени или атмосферу в соответствии с требованиями, изложенными в п. 2.30 настоящих Правил.

Предохранительный клапан должен быть рассчитан на пропуск суммарного количества газа, поступающего в бак при одновременно открытых всех продувочных вентилях компрессорной установки, и давление, при котором не должно происходить выбивания масла и конденсата из переливного стакана.

Для дожимающих компрессоров бак продувок высокого давления, сообщенный постоянно с линией всасывания I ступени, должен быть снабжен предохранительным клапаном, рассчитанным в соответствии с требованиями подраздела «Требования к предохранительным устройствам» настоящих Правил, со сбросом газа в атмосферу в соответствии с требованиями, изложенными в п. 2.30 настоящих Правил.

2.28. Трубопровод продувки аппаратов должен рассчитываться: до запорного органа включительно — на рабочее давление ступени; за запорным органом до бака продувок — газодинамическим расчетом при условии прохода газа через все полностью открытые продувочные запорные органы и за баком

продувок — на давление предохранительного клапана, установленного на баке продувок.

2.29. В компрессорных установках должен обеспечиваться аварийный сброс давления (газа) в атмосферу или в факельную систему через запорную арматуру и глушитель (или без него) с нагнетательной линии последней ступени.

Компрессорные установки, работающие с отбором газа после какой-либо промежуточной ступени с разрывом внутрикомпрессорной коммуникации, должны иметь аварийный сброс из линии нагнетания этой ступени.

Запорная арматура должна устанавливаться до глушителя.

2.30. Во всех случаях сброс газа (взрывоопасного или токсичного) из баков продувок, предохранительных клапанов, установленных на баках продувок, и других узлов компрессорной установки, а также сброс газов, отводимых из сальников, должен осуществляться в специально закрытую систему с давлением не более 500 мм вод. ст., позволяющую осуществить возврат продуктов сброса обратно в производство или на факел.

Допускается сброс в атмосферу через стояк:

а) взрывоопасных газов легче воздуха;

б) обезвреженных до санитарных норм токсичных газов.

2.31. При продувке компрессорной установки инертным газом выброс газовой смеси в атмосферу должен осуществляться в соответствии с требованиями, изложенными в п. 2.30 настоящих Правил.

Требования к продувке инертным газом

2.32. Компрессорные установки, работающие на взрывоопасных и токсичных газах, должны быть обеспечены продувочным инертным газом.

2.33. Количество инертного газа для каждой продувки, определяемое числом машин, подлежащих одновременной продувке, их емкостью и длительностью продувки, должно быть достаточным для снижения концентрации сжимаемого газа в установке до санитарных норм.

2.34. Содержание кислорода в инертном газе и степень его осушки должны соответствовать требованиям, устанавливаемым отраслевыми нормами или регламентом для данного производства.

2.35. Продолжительность продувки оборудования компрессорной установки инертным газом должна быть указана в инструкции завода-изготовителя и обеспечивать продувку застойных участков трубопроводов и емкостей на тупиках.

2.36. Давление продувочного инертного газа должно быть выше атмосферного, но не более давления, указанного в технологическом регламенте производства для арматуры, аппаратов,

цилиндров и трубопроводов на линии всасывания I ступени компрессорной установки.

2.37. Если давление продувочного инертного газа превышает давление на линии всасывания I ступени компрессорной установки, на линии подвода продувочного газа должны быть установлены следующие устройства (последовательно, считая по ходу продувочного газа): ручной запорный вентиль, редукционный вентиль с ручным приводом, предохранительный клапан, обратный клапан, съемный участок газопровода и ручной запорный вентиль.

Если давление продувочного инертного газа равно давлению на линии всасывания I ступени компрессорной установки или меньше, на линии подвода продувочного газа должны быть установлены (последовательно, считая по ходу продувочного газа): ручной запорный вентиль, обратный клапан, съемный участок газопровода и ручной запорный вентиль.

После продувки съемный участок трубопровода должен быть снят, а на арматуре установлены заглушки.

2.38. Продувка компрессорной установки инертным газом может осуществляться от основного двигателя или от валоповоротного устройства в соответствии с инструкцией по эксплуатации компрессорной установки.

2.39. Допускается производить продувку компрессорной установки, работающей на токсичном невзрывоопасном газе, воздухом. В этом случае продувка должна осуществляться перед каждой длительной остановкой или остановкой на ремонт.

2.40. На линии подачи инертного газа или воздуха для продувки компрессорной установки должны быть установлены фильтры (сетки), исключающие попадание пыли и инородных тел в компрессор.

Требования по снижению уровня шумов и вибрации

2.41. Вибрация на рабочих местах не должна превышать предельно допустимых величин, приведенных ниже:

Число колебаний фундамента в 1 мин	<200	200—400	>400
Допустимая амплитуда колебаний фундамента по его верхней грани, мм	0,25; 0,30*	0,20	0,15

* Для фундаментов высотой более 5 м (от его подошвы).

2.42. Для уменьшения влияния вибрации, вызываемой работой компрессора, необходимо соблюдать следующие условия:

а) фундаменты под компрессоры должны быть отделены от конструкций здания (фундаментов стен, перекрытий и т. п.);

б) площадки между фундаментами смежных компрессоров

должны быть вкладными, свободно опирающимися на фундаменты;

в) в зависимости от местных условий необходимо применение изоляции фундаментов, предохраняющей их от вибрации;

г) трубопроводы, присоединяемые к машине, не должны жестко крепиться к конструкциям здания; при необходимости применения жестких креплений должны предусматриваться соответствующие компенсирующие устройства;

д) гибкость трубопроводов, соединяющих цилиндры компрессора с аппаратурой (буферные емкости, промежуточные холодильники), должна быть достаточной для того, чтобы компенсировать температурные деформации.

2.43. Для уменьшения вибрации трубопроводов, вызываемой пульсацией давления газа, необходимо:

а) устанавливать буферные и акустические емкости для гашения пульсаций в системе непосредственно у компрессоров или на некотором расстоянии, определяемом расчетом;

б) при параллельной работе нескольких компрессоров на общий коллектор устанавливать буферные емкости для каждого компрессора;

в) не допускать большого числа поворотов при проектировании обвязочных трубопроводов; изменение направлений трубопроводов осуществлять с максимальным радиусом поворота;

г) крепления трубопроводов располагать на таких расстояниях, чтобы отношение частоты возмущаемого импульса главной гармоники $f_{воз}$ к частоте свободных колебаний трубопроводов $f_{тр}$ не лежало в пределах $0{,}75 < \frac{f_{воз}}{f_{тр}} < 1{,}3$, где $f_{воз} = mn$; m — номер гармоники; n — частота вращения вала компрессора, $с^{-1}$.

Примечание. Под главной гармоникой следует понимать такое ее значение, при котором величина пульсаций давления газа достигает максимальных значений. При одном цилиндре простого действия $m=1$. При двух цилиндрах простого действия с углом смещения 180° или одном цилиндре двойного действия $m=2$. При резонансной (или близкой к резонансу) пульсации давления газа в трубопроводе номер гармоники определяется акустическим расчетом;

д) отражать расположение креплений трубопроводов в технической документации, поставляемой заводом-изготовителем совместно с креплениями.

2.44. Допустимые максимальные амплитуды вибраций основных трубопроводов и межступенчатых аппаратов составляют 0,20 мм при частоте до 40 Гц.

Амплитуды колебаний собственно компрессора должны ограничиваться теми же пределами, что амплитуды колебаний фундамента, указанные в п. 2.41 настоящих Правил.

Параметры вибраций, возбуждаемых работающими компрессорами, на постоянных рабочих местах в помещениях компрес-

сорных установок должны быть не более значений, допускаемых «Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий» СН 245—71.

2.45. Компрессорные установки должны быть спроектированы так, чтобы уровень звука на рабочих местах при длительной непрерывной работе компрессоров не превышал 85 дБ по шкале «А».

Материалы, арматура и трубопроводы

2.46. Материалы для изготовления компрессорных установок должны выбираться с учетом свойств рабочего газа, величин давления и температуры по действующим ГОСТам и ТУ. Проектировщик несет ответственность за выбранный материал.

2.47. Все детали и узлы компрессорной установки, соприкасающиеся с агрессивной средой, должны быть изготовлены из соответствующих коррозионностойких материалов или иметь антикоррозионную защиту.

2.48. Для наружных необработанных поверхностей компрессорного оборудования, коммуникаций и приборов необходимо лакокрасочное покрытие.

Необработанные внутренние поверхности компрессорного оборудования (рама, направляющие, литые цилиндры и другие детали), работающие на неагрессивных газах, должны иметь лакокрасочное покрытие, стойкое к маслу и влаге.

Места, представляющие опасность для обслуживающего персонала, должны быть окрашены в красный цвет.

Компрессорное оборудование надо окрашивать преимущественно в светлые тона в соответствии с отраслевыми правилами для отдельных производств и сред.

2.49. В компрессорных установках поверхности труб теплообменных аппаратов, соприкасающиеся с водой, должны быть защищены от кислородной коррозии или эти трубы должны быть выполнены из коррозионностойких материалов.

2.50. При проектировании коммуникаций компрессорных установок необходимо руководствоваться «Правилами устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов для горючих, токсичных и сжиженных газов» (ПУГ — 69), СНиП и требованиями настоящих Правил.

2.51. Материал для изготовления трубопроводов, а также антикоррозионного покрытия трубопроводов для высокоагрессивных сред выбирают в соответствии с рекомендациями научно-исследовательских и специализированных организаций или по опытным данным.

2.52. При проектировании коммуникаций компрессорных установок для взрывоопасных и ядовитых газов число фланце-

вых соединений должно быть минимальным, обеспечивающим удобство сборки и разборки.

Отдельные участки трубопроводов для токсичных газов следует соединять с помощью сварки, допуская фланцевое соединение только для подсоединения их к оборудованию и арматуре. Для удобства монтажа и ремонта допускается применение съемных вставок на участках примыкания к цилиндрам компрессора.

2.53. Уплотнительные поверхности фланцев необходимо выполнять в соответствии с ГОСТами и с учетом условного давления, температуры и свойств компримируемого газа.

2.54. Для компрессорных установок, работающих на взрывоопасных и токсичных газах, конструкция, материал и приводы арматуры, а также установка и размещение арматуры и трубопроводов (крепление, компенсация) должны определяться проектной организацией и соответствовать требованиям ПУГ — 69.

2.55. Подземная и канальная прокладка газопроводов компрессорной установки, сжимающей токсичные и взрывоопасные газы, не допускается.

2.56. При проектировании трубопроводов, подверженных вибрации, необходимо предусматривать дополнительные мероприятия, обеспечивающие их нормальную работу. Прокладка таких трубопроводов на подвесных опорах не допускается.

2.57. Трубопроводы компрессорных установок должны иметь уклоны для удаления из них смазки и конденсата.

У трубопроводов, транспортирующих газовые смеси, из которых возможно выделение загрязнений или вязких веществ, должны предусматриваться необходимые уклоны и устройства, обеспечивающие слив в соответствующие аппараты, емкости или дренажные бачки. Величины уклонов определяются проектами.

2.58. Трубопроводы дроссельных и продувочных линий, в которых возможно замерзание или отложение легко застывающих веществ, а также вентили и краны, устанавливаемые на этих трубопроводах, должны иметь устройства для их обогрева.

На участках коммуникаций и аппаратов, где вследствие конденсации продукта возможно сужение проходных сечений или закупорка трубопровода, должны быть установлены необходимые контрольные приборы.

2.59. На трубопроводах, подводящих и отводящих газ от компрессорной установки, должна быть установлена запорная арматура.

Для трубопроводов, транспортирующих взрывоопасные и токсичные газы, запорные устройства должны быть снабжены приводами с ручным и дистанционным управлением, позволяющими быстро прекратить подачу этих газовых смесей. Первой со стороны компрессора должна устанавливаться арматура с

приводами с дистанционным управлением, второй — с ручным управлением.

Арматура на линиях аварийного сброса давления должна иметь, кроме ручного, обязательно дистанционное управление

При этом из двух стоящих вентилей дистанционное управление должен иметь второй вентиль (по ходу газа).

В порядке исключения допускается применение в указанных выше случаях сдвоенной арматуры с приводом с ручным управлением по согласованию с заказчиком.

2.60. На межступенчатых трубопроводах (байпасных, продувочных) компрессорной установки запорная арматура должна иметь приводы с дистанционным или ручным управлением в зависимости от назначения ее, а количество арматуры обеспечивать возможность надежного отключения.

2.61. Задвижки и другая трубопроводная запорная арматура должны размещаться в удобных и безопасных для обслуживания местах и иметь в необходимых случаях удлиненные штоки или штурвалы. Арматура, установленная на высоте, должна иметь дистанционное управление.

2.62. Запорная арматура с проходом свыше 60 мм для давления свыше 200 кгс/см^2 для облегчения обслуживания должна иметь механический привод с дистанционным управлением и резервное ручное управление.

2.63. Для высокоагрессивных газов необходимо применять арматуру из легированных нержавеющих сталей или из стали с внутренним коррозионностойким покрытием.

2.64. Испытания на прочность и плотность трубопроводов и арматуры компрессорных установок и очистку их внутренних поверхностей необходимо выполнять в соответствии с ПУГ — 69 и разработанными в проекте техническими условиями. Формы актов приведены в Приложениях 1—3.

Сосуды и аппараты компрессорных установок, работающие под давлением

2.65. Сосуды и аппараты, работающие под давлением, конструктивно не встроенные в компрессоры (буферные емкости, холодильники, влагомаслоотделители, акустические фильтры, баки продувок и глушители), должны изготавливаться в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», ОСТ 26-291—71 «Сосуды и аппараты сварные стальные. Технические требования» и ОСТ 26-01-9—70 «Сосуды кованые, ковано-сварные, стальные высокого давления. Изготовление, испытание, приемка и поставка».

2.66. Конструктивные элементы и детали сосудов и аппаратов компрессорной установки, работающей под давлением, применяемые для их изготовления материалы и методы расчета

на прочность должны соответствовать действующим нормалям и ГОСТам.

2.67. Все сосуды, аппараты и системы компрессорной установки, работающие под давлением, должны быть оборудованы контрольно-измерительными приборами и предохранительными устройствами в соответствии с требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

2.68. Сосуды и аппараты, в которых при эксплуатации компрессорной установки возможно скопление конденсата и других жидких продуктов, должны быть оборудованы устройствами для удаления из них жидкости, а при необходимости и сигнализаторами предельного верхнего уровня.

2.69. Сосуды и аппараты компрессорных установок, работающие на взрывоопасных и токсичных газах, должны иметь штуцеры, позволяющие присоединять линии воды, пара или инертного газа для промывки и продувки.

2.70. Между сосудом и предохранительным клапаном не должно быть запорного устройства.

2.71. При применении взрывных пластин (мембран) должны приниматься меры, исключающие опасность выброса токсичных и взрывоопасных газов в помещение, а также искрообразование и травмирование работающих осколками и частями мембран при их срабатывании.

2.72. Сосуды и аппараты компрессорных установок должны удовлетворять также следующим требованиям:

а) холодильники должны быть удобны для чистки со стороны подачи воды, а при загрязненном газе или при выделении из газа твердой фазы компонента — также со стороны поступления газа;

б) холодильники должны иметь надежные уплотнения, исключающие перетечку воды в газовую полость;

в) газовые патрубки сварных аппаратов должны быть укреплены для предотвращения обрывов вследствие вибрации трубопроводов;

г) с целью исключения вибрации перегородки кожухотрубчатых холодильников должны быть жесткими и надежно закреплены;

д) буферные емкости должны снижать степень неравномерности давления до следующих рекомендуемых величин: для всасывающей и межступенчатой линии $\delta_р = 0{,}04 \div 0{,}08$ и для нагнетательных линий $\delta_р = 0{,}02 \div 0{,}04$ рабочего давления.

Маслоотделитель может служить одновременно и буферной емкостью, если его объем и конструкция позволяют выравнять пульсирующий поток газа.

2.73. Сосуды и аппараты компрессорных установок после изготовления и ремонта необходимо испытать в соответствии

с требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

Испытание цилиндров компрессоров после изготовления и ремонта должно осуществляться в соответствии с требованиями инструкции завода-изготовителя или ведомственных нормативных документов.

2.74. Сосуды и аппараты компрессорных установок перед пуском после монтажа и капитального ремонта, после гидравлического испытания должны подвергаться испытанию на герметичность.

Испытание на герметичность проводится инертным газом или воздухом под давлением по собранным участкам коммуникаций и аппаратуры. При этом герметичность всех разъемных соединений проверяют с помощью мыльного раствора или другими надежными способами.

При обнаружении пропусков давление должно быть снято и неисправности устранены.

2.75. Допускается испытание на герметичность совмещать с испытанием компрессорной установки под нагрузкой инертным газом или воздухом при условии достижения во всех элементах коммуникаций полного рабочего давления.

2.76. При достижении в испытываемом сосуде и аппарате рабочего давления подачу инертного газа или сжатого воздуха прекращают, устанавливают наблюдение за падением давления в течение не менее 4 ч при периодической проверке и не менее 24 ч для вновь устанавливаемого оборудования.

Результаты испытания на герметичность считаются удовлетворительными, если падение давления за 1 ч не превышает 0,1% при токсичных газах, 0,2% при взрывоопасных для вновь устанавливаемых сосудов и аппаратов и 0,5% для сосудов и аппаратов, подвергаемых повторному испытанию.

Система смазки и смазочные масла

2.77. Системы смазок должны обеспечивать бесперебойную подачу масла.

2.78. Для смазки механизма движения и промывки сальников должны применяться циркуляционные системы (принудительные по замкнутому контуру).

2.79. Для смазки цилиндров и сальников необходимо применять систему смазки под давлением с подачей масла от лубрикаторов.

2.80. Агрегаты смазочных систем для компрессора, работающего на взрывоопасном газе, должны иметь электроприводы, соответствующие требованиям ПУЭ для этих условий. В случае передачи движения к лубрикатору и шестереночному насосу от коленчатого вала посредством цепной передачи, редук-

тора и др. должна быть исключена опасность искрообразования.

2.81. Циркуляционные системы смазки и промывки должны иметь фильтрующие устройства (фильтры, центробежный сепаратор и др.), позволяющие очищать масло от загрязняющих его частиц размером больше минимальной толщины смазочного слоя.

2.82. В циркуляционных системах смазки механизма движения и промывки сальников необходимо предусматривать установку манометров и клапана для регулирования давления масла. Клапан должен быть отрегулирован на рабочее давление смазки и запломбирован; манометры должны быть установлены до фильтра грубой очистки и после него.

2.83. Для смазки узлов компрессоров (механизма движения, цилиндров и сальников) и для промывки сальников должны применяться смазочные масла в соответствии с инструкцией завода-изготовителя компрессорной установки.

2.84. Для смазки цилиндров и сальников газовых компрессоров должны применяться масла с температурой вспышки не менее чем на 20° С выше температуры нагнетаемого газа.

2.85. Каждая линия подачи масла в системе смазки цилиндров и сальников должна быть снабжена обратным клапаном.

2.86. Агрегаты систем циркуляционной смазки, смазки цилиндров и сальников и промывки сальников необходимо установить в удобном для обслуживания месте.

2.87. В системах смазки цилиндров и сальников можно применять только стальные бесшовные холоднотянутые, маслопроводные трубы, предварительно тщательно очищенные от окалины. Допускается применение для маслопроводов бесшовных медных труб.

2.88. В системах циркуляционной смазки механизма движения, промывки сальников и по возможности системах смазки цилиндров и сальников необходимо предусматривать устройство централизованной подачи или подачи и слива масла. Устройства для централизованной подачи и слива масла (баки, насосы и пр.) должны размещаться в помещении, отделенном от зала компрессии капитальными стенами с выходом наружу. В цехах компрессии допускается установка баков циркуляционной смазки емкостью 3 м³ у каждого компрессора и напорных баков емкостью 2 м³ (до 4 шт. на цех).

2.89. Компрессорные установки, устанавливаемые на открытой площадке или в неотапливаемом помещении, должны иметь обогрев масляной системы.

Система охлаждения

2.90. Компрессорные установки должны быть обеспечены надежной системой воздушного или водяного охлаждения. Режим работы системы охлаждения должен соответствовать

требованиям инструкции по эксплуатации, утвержденной главным инженером предприятия.

2.91. Для компрессорных установок должна применяться открытая циркуляционная система охлаждения, в которой слив отработавшей воды осуществляется без давления (с разрывом струи) в общую сливную воронку, установленную в удобном для наблюдения месте.

Допускается применение закрытой циркуляционной системы охлаждения при условии оснащения ее необходимыми средствами контроля и предупреждения попадания воды в газовые полости и газа в водяные полости.

2.92. В компрессорных установках, работающих на газах, из которых при сжатии выпадает конденсат, растворяющий смазочные масла, температура стенок цилиндров должна поддерживаться выше точки росы выпадающих фракций.

2.93. В системе водяного охлаждения необходимо предусмотреть вентили регулирования количества подаваемой воды, а в системе воздушного охлаждения соответствующие регулирующие устройства.

2.94. Вода системы охлаждения компрессорных установок не должна содержать растительные и механические примеси в количестве свыше 40 мг/л. Жесткость воды допускается не более 7 мг-экв/л. Система охлаждения компрессорных установок должна быть оборудована водоочистителями, если отсутствует вода необходимого качества.

2.95. Для спуска воды из системы охлаждения необходимо предусматривать спускные приспособления.

Предохранительные устройства

2.96. Каждая ступень компрессора должна быть снабжена предохранительным клапаном.

2.97. Предохранительный клапан должен устанавливаться в местах с наименьшей пульсацией давления газа с учетом теплового эффекта при дросселировании.

Если газ при дросселировании охлаждается до низких (минусовых) температур, его нужно отводить к предохранительному клапану до охлаждения в холодильнике.

2.98. Предохранительные клапаны в компрессорных установках должны быть рассчитаны и тарированы на предельно допустимое превышение рабочего давления в ступени с избыточным давлением до 3 кгс/см^2 включительно не более чем на 0,5 кгс/см^2; с давлением от 3 до 60 кгс/см^2 не более чем на 15%; с давлением свыше 60 кгс/см^2 не более чем на 10%.

Пропускная способность предохранительного клапана при этом давлении не должна быть меньше производительности компрессора.

Расчет предохранительных клапанов необходимо выполнять

с учетом сопротивлений подводящего и отводящего трубопроводов.

2.99. Каждый предохранительный клапан должен быть отрегулирован на заводе-изготовителе компрессорной установки с указанием на корпусе клапана установочного давления. Установочное давление клапана должно соответствовать рабочим параметрам ступени компрессорной установки.

2.100. Необходимо применять только полноподъемные пружинные предохранительные клапаны, обеспечивающие полное открытие при повышении давления в пределах норм, установленных пунктом 2.98 настоящих Правил.

Предохранительный клапан должен полностью закрываться при снижении давления до рабочего.

2.101. Предохранительные клапаны компрессорных установок, сжимающих взрывоопасные и токсичные газы, должны быть закрытого типа.

В компрессорных установках, сжимающих газ от атмосферного давления, при срабатывании предохранительного клапана газ должен возвращаться на линию всасывания I ступени. В дожимающих компрессорных установках при срабатывании предохранительного клапана газ должен выбрасываться в атмосферу в соответствии с п. 2.30 настоящих Правил.

2.102. Обслуживание и эксплуатацию предохранительных клапанов следует осуществлять в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», инструкцией завода-изготовителя и технологическим регламентом производства.

2.103. В случае, когда по роду производства или вследствие действия компримируемого газа предохранительный клапан не может надежно работать, сосуд должен быть снабжен предохранительной пластиной, разрывающейся при повышении давления в сосуде не более чем на 25% рабочего давления (если это подтверждено расчетом).

Предохранительная пластина (мембрана) может быть установлена перед предохранительным клапаном при условии, что между ними предусмотрено устройство, позволяющее контролировать исправность пластины.

Все предохранительные пластины должны иметь заводское клеймо с указанием давления, разрывающего пластины, или специальный шифр. Взамен клейма допускается нанесение требуемых данных краской.

2.104. Предохранительные клапаны должны устанавливаться до запорной арматуры и до обратного клапана.

2.105. Для изготовления седла и клапана необходимо применять коррозионностойкие материалы. Материал должен выбираться с учетом агрессивности среды и давления.

2.106. Корпусы предохранительных и обратных клапанов

должны быть стальными. Марку стали выбирают в зависимости от рабочей среды.

2.107. Предохранительные клапаны, поставляемые в комплекте с оборудованием, должны быть запломбированы заводом-изготовителем.

Регулирующие гайки (винты) предохранительных клапанов должны быть надежно застопорены и исключать возможность разрегулирования клапанов.

2.108. Компрессорные установки должны быть снабжены обратными клапанами, устанавливаемыми на линии нагнетания последней ступени до запорной арматуры.

Если компрессорная установка имеет устройство для промежуточного отбора газа, то обратный клапан должен быть установлен также на линии, отводящей от компрессора газ промежуточного давления.

2.109. Проходное сечение обратного клапана должно быть не меньше суммарного сечения газовых клапанов нагнетания последней ступени компрессора, через которые одновременно за каждый ход поршня происходит выталкивание газа в нагнетательную линию.

2.110. Корпус обратного клапана для удобства обслуживания должен быть снабжен боковыми или верхней крышками На корпусе должно быть указано стрелкой направление потока газа.

2.111. Предохранительные и обратные клапаны должны размещаться в местах, удобных для обслуживания.

2.112. На кожухотрубных холодильниках с давлением выше 100 кгс/см^2 при закрытой системе охлаждения для предотвращения разрыва корпуса при разрыве трубок высокого давления должно быть предусмотрено предохранительное устройство (разрывная пластина и др.).

Предохранительные ограждения

2.113. Все переходы, открытые колодцы, траншеи, канавы и ямы должны иметь ограждение высотой не менее 0,9 м. У монтажных проемов в перекрытиях должно предусматриваться такое же ограждение со сплошной обшивкой по низу высотой не менее 0,15 м.

2.114. Лестницы к площадкам постоянного обслуживания оборудования должны иметь уклон 45°, а к площадкам периодического обслуживания оборудования 60°.

Для доступа к площадкам периодического обслуживания оборудования, расположенным на высоте не более 3 м над уровнем пола, допускается устройство вертикальных лестниц.

Высота ступеней для лестниц с углом наклона 45° должна быть 0,2 м, а с углом наклона 60° и вертикальных 0,3 м.

Ширина ступени должна быть не менее 0,2 м.

Ступени лестниц необходимо выполнять из стальных рифле-

ных листов или из листов просечно-вытяжной стали, ступени вертикальных лестниц — из двух-трех металлических прутков прямоугольного или квадратного сечения.

Площадки и лестницы к ним должны быть ограждены перилами высотой не менее 0,9 м со сплошной обшивкой по низу на высоту 0,15 м.

2.115. Отверстия и окна в рамах и направляющих компрессорных установок должны быть ограждены.

2.116. Все движущиеся и вращающиеся части компрессора и его оборудования (маховики, валы, муфты, передачи и др.) должны быть надежно ограждены:

а) маховики, шкивы и другие вращающиеся части и передачи, расположенные на высоте менее 2 м от пола или рабочей площадки, сплошными или сетчатыми ограждениями;

б) выступающие концы валов, гайки, болты, шпонки и другие элементы вращающихся частей компрессорного оборудования закрыты круглыми, гладкими футлярами (кожухами);

в) местные укрытия, щитки и ограждения должны быть съемными и легкоразборными.

2.117. Узлы и детали ограждения должны быть надежно укреплены и иметь достаточную прочность и жесткость.

2.118. Громоздкие ограждения должны иметь разъем, обеспечивающий возможность разборки их при ремонте оборудования и удобство транспортирования.

2.119. Для всех разъемных соединений, деталей и узлов, находящихся под знакопеременной и пульсирующей нагрузками или совершающих возвратно-поступательное или вращательное движения, проектом должны быть предусмотрены меры, исключающие самоотвинчивание гаек.

2.120. Поверхности аппаратов и трубопроводов, температура которых превышает 45° С, подлежат ограждению или изоляции на рабочих местах и в местах основных проходов людей.

Стенки цилиндров компрессора изоляции не подлежат.

Контрольно-измерительные приборы

2.121. Компрессорные установки должны быть снабжены необходимыми контрольно-измерительными приборами (термометрами, манометрами, расходомерами и др.), обеспечивающими безаварийную работу установки.

2.122. Приборы должны обеспечивать следующие операции:

а) постоянный контроль за температурой[1]:

всасываемого и нагнетаемого газа на всех ступенях компрессора, а также на выходе из компрессорной установки; охлаждающей воды на общем подводящем трубопроводе и на каждой

[1] Место расположения термометров и термопар определяет проектная организация.

линии слива отработанной воды; вкладышей коренных подшипников крупных компрессоров с поршневым усилием более 10 тс; масла в системе смазки механизма движения на входе и выходе из холодильника; масла в системе промывки сальников перед насосом; обмоток ротора;

б) постоянный контроль давлений:

после каждой ступени компрессора, а также перед компрессором на линии всасывания и на выходе из компрессорной установки, охлаждающей воды на общем подводящем трубопроводе; масла в системе смазки механизма движения перед и после фильтра грубой очистки, а также на коллекторе подвода масла к коренным подшипникам; воздуха в коллекторе питания пневматических приборов.

2.123. Для постоянного наблюдения за изменением температуры должны быть установлены стационарные ртутные (в металлическом кожухе) или электрические термометры и самопишущие приборы. Применение переносных термометров для постоянного (регулярного) замера температур запрещается.

2.124. Шкалы приборов должны быть четкими и хорошо видимыми. Во всех случаях должно быть обеспечено освещение приборов и удобство наблюдения за ними.

2.125. Манометры следует выбирать в соответствии с ГОСТ 2405—72.

2.126. На циферблате манометра должна быть нанесена красная черта через деление шкалы, соответствующее разрешенному рабочему давлению.

Взамен красной черты, наносимой на циферблат манометра, разрешается укреплять пайкой снаружи манометра металлическую пластинку, окрашенную в красный цвет и плотно прилегающую к стеклу манометра.

2.127. Замер температур должен осуществляться:

ртутными термометрами с ценой деления шкалы не более 2° С;

логометрами, милливольтметрами, электронными автоматическими мостами и потенциометрами с ценой деления шкалы не более 5° С.

Для замера давления должны применяться манометры пружинные: класса не ниже 1,5 для давления на линии всасывания I ступени и конечного давления; класса не ниже 2,5 для межступенчатых коммуникаций; класса не ниже 4 для подачи охлаждающей воды и системы циркуляционной смазки.

2.128. Манометры необходимо устанавливать в местах с наименьшей пульсацией давления газа и наименьшим скоплением конденсата и других загрязнений. Перед манометром должен быть установлен трехходовой вентиль.

2.129. Манометры высокого давления (выше 100 кгс/см^2) надо снабжать защитными приспособлениями от возможного поражения персонала осколками стекла или других материалов в случае их разрушения.

Манометры высокого давления на линиях подвода взрывоопасных и токсичных газов необходимо оборудовать автоматически действующими запорными клапанами.

2.130. Каждая ступень компрессоров, сжимающих загрязненные газы, а также ступени с давлением газа выше 100 кгс/см^2 должны быть снабжены двумя манометрами, установленными до холодильника и после.

При кожухотрубчатых холодильниках с потоком газа между трубками манометр должен быть установлен до холодильника.

2.131. Все контрольно-измерительные приборы должны систематически проверяться по специальной инструкции и графику, утвержденным главным инженером предприятия.

2.132. Проверка и обслуживание манометров должны соответствовать требованиям инструкций и правил Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР. Проверку манометров с их опломбированием или клеймением надо выполнять не реже одного раза в 12 мес.; кроме того, не реже одного раза в 6 мес. предприятие должно проводить дополнительную проверку рабочих манометров с помощью контрольного манометра с записью результатов в журнал контрольных проверок.

При отсутствии контрольного манометра допускается дополнительную проверку осуществлять проверенным рабочим манометром.

Манометры не допускаются к применению в случаях, когда:

а) отсутствует пломба или клеймо;

б) просрочен срок проверки манометра;

в) стрелка манометра при его выключении не возвращается к нулевому показанию шкалы на величину, превышающую половину допустимой погрешности для данного манометра;

г) разбито стекло или имеются другие повреждения манометра, которые могут повлиять на правильность его показаний.

2.133. Электрические приборы, устанавливаемые во взрывоопасных помещениях и на наружных установках, должны иметь исполнение, соответствующее категориям и группам применяемых сред в соответствии с ПУЭ и ПИВРЭ.

2.134. Контрольно-измерительные электроприборы нормального исполнения должны устанавливаться в изолированных от взрывоопасной среды помещениях.

Допускается установка таких приборов во взрывоопасных помещениях и наружных установках внутри герметичных щитов, продуваемых воздухом или инертным газом под избыточным давлением с выбросом его в атмосферу, или при включении контактов электроконтактных приборов и аппаратуры в искробезопасные цепи.

2.135. Полностью автоматизированные компрессорные установки, работающие на взрывоопасных и токсичных газах, должны иметь приборы, сигнализирующие о появлении механических неисправностей, и отключающие устройства.

Система автоматизации

2.136. Автоматизированные компрессорные установки должны быть снабжены также устройствами для ручного управления.

2.137. Системы автоматизации компрессорных установок должны иметь кнопки «Стоп», позволяющие осуществлять остановку компрессора как с местного щита компрессора, так и с центрального пункта управления.

2.138. Автоматические устройства (блокировки) не должны допускать включения двигателя компрессора:

а) при давлении во всасывающей линии компрессора, работающего на взрывоопасном газе, ниже заданного;

б) при давлении в магистрали охлаждающей воды ниже допустимого при открытом сливе и при расходе воды ниже допустимого при закрытых системах;

в) при давлении масла ниже допустимого в системе циркуляционной смазки (в компрессорных установках, сжимающих токсичные газы, также при снижении давления масла в системе промывки сальников);

г) при зацеплении валоповоротного механизма с валом компрессора;

д) без предварительной продувки воздухом кожуха двигателя компрессора в соответствии с инструкцией по эксплуатации;

е) без предварительного пуска электродвигателей приводов лубрикаторов системы смазки цилиндров и сальников;

ж) при давлении воздуха в системе устройств вентиляционной обдувки ниже допустимого.

2.139. Автоматические устройства (блокировки) должны останавливать двигатель компрессора:

а) при падении давления во всасывающей линии компрессора ниже заданного минимума;

б) при повышении давления сжатия на выходе из компрессора выше допустимого;

в) при падении давления в магистрали охлаждающей воды ниже допустимого при открытом сливе и снижении расхода для закрытых систем охлаждения;

г) при падении давления масла ниже допустимого в системе циркуляционной смазки (в компрессорных установках, сжимающих токсичные газы, также при снижении давления масла в системе промывки сальников);

д) при повышении температуры коренных подшипников для компрессоров с поршневым усилием более 10 тс выше значения, установленного паспортом;

е) при понижении давления воздуха в системе устройств вентиляционной обдувки ниже допустимого;

ж) при выключении электродвигателя лубрикаторов системы смазки цилиндров и сальников.

РАЗДЕЛ III

ТРЕБОВАНИЯ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК

3.1. Все детали, узлы и аппараты компрессорных установок должны быть изготовлены по чертежам и в соответствии с действующими техническими условиями на изготовление поршневых компрессоров и требований настоящих Правил.

3.2. Ответственные детали компрессоров (цилиндры стальные, валы, штоки, шатуны, корпуса крейцкопфов, шатунные болты, пальцы крейцкопфов, ответственные крепежные резьбовые детали) после окончательной термообработки должны быть подвергнуты неразрушающему контролю для выявления внутренних дефектов. После окончательного изготовления эти детали, а также чугунные цилиндры и корпуса крейцкопфов должны быть подвергнуты неразрушающему контролю для выявления поверхностных дефектов. Оценка качества производится по нормам технических условий на изделие.

3.3. Техническая документация, поставляемая с компрессорной установкой заводом-изготовителем, должна содержать эксплуатационные документы по ГОСТ 2.601—68 и руководство по ремонту или технические условия на ремонт, включая:

а) предельные нормы износа основных быстроизнашивающихся деталей и узлов (шеек вала и его подшипников, подшипников шатуна, башмаков крейцкопфа, параллелей, сальниковых и поршневых колец, штоков, поршней, цилиндров и др.);

б) чертежи общего вида, основных узлов оборудования и быстроизнашивающихся деталей, а также деталей, которые в процессе эксплуатации подвергаются периодическому неразрушающему контролю;

в) сертификаты на ответственные детали компрессоров и газопроводов (химический состав, механические свойства и другие результаты контроля и испытаний, предусмотренных техническими условиями);

г) паспорта сосудов, работающих под давлением, предохранительных клапанов и арматуры.

РАЗДЕЛ IV

МОНТАЖ, НАЛАДКА И ПРИЕМКА

4.1. Монтаж и наладка компрессорных установок должны обеспечивать безопасную их эксплуатацию и осуществляться в соответствии с инструкциями по монтажу завода-изготовителя, СНиП III. Г. 10—66 «Технологическое оборудование. Общие правила производства и приемки монтажных работ», СНиП III. Г. 10.2—62 «Компрессоры. Правила производства и прием-

ки монтажных работ», СНиП III. Г. 9—62 «Технологические трубопроводы. Правила производства и приемки работ», ПУГ—69 и настоящими Правилами.

4.2. Первоначальный пуск компрессора (после монтажа и капитального ремонта), его обкатку без нагрузки и под нагрузкой проводят в полном соответствии с инструкцией по пуску и эксплуатации, разрабатываемой заводом-изготовителем для компрессора каждого типа, а также с инструкцией, разработанной с учетом технологического регламента производства, исключающей возможность образования взрывоопасных смесей.

4.3. При монтаже трубопроводов и аппаратов компрессорной установки необходимо обеспечивать полную чистоту их внутренних поверхностей. Продувка трубопроводов и аппаратов должна проводиться строго по инструкции завода-изготовителя.

4.4. Во время обкатки вхолостую площадку вокруг компрессора надо поливать водой для обеспечения чистоты всасываемого воздуха.

4.5. При подготовке системы циркуляционной смазки механизмов движения и смазки цилиндров и сальников должно быть проверено поступление масла к каждой точке смазки, а также действие автоматической сигнализации: при падении давления масла ниже допустимого предела на оперативном щите должен срабатывать соответствующий сигнал. При подготовке системы смазки цилиндров и сальников элементы маслонасосов должны быть отрегулированы на максимальную производительность.

4.6. При опробовании системы охлаждения надо проверить интенсивность слива воды в отсеках сливной воронки для каждой линии слива в отдельности.

4.7. Подготовка к пуску и пуск двигателя компрессора должны осуществляться в соответствии с инструкцией, разработанной заводом — изготовителем двигателя.

4.8. Нагружать компрессор необходимо постепенно в несколько стадий. Величины давления по ступеням и время работы на этом давлении должны быть указаны в инструкции по пуску и эксплуатации компрессора.

4.9. После окончания обкатки компрессора необходимо проверить его состояние в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

4.10. Монтирующая организация обязана оформить сдачу компрессора заказчику, составив акт.

РАЗДЕЛ V
ИСПЫТАНИЯ КОМПРЕССОРОВ

5.1. Компрессорные установки должны подвергаться испытаниям на заводском стенде или по согласованию с заказчиком в условиях эксплуатации на рабочей площадке в соответствии с требованиями отраслевых стандартов и технических условий на поставку.

5.2. Испытания должны проводиться по программе, разработанной организацией — исполнителем технического проекта, согласованной с заводом-изготовителем и предприятием, на котором будут проведены испытания компрессорной установки.

В программе испытаний должна быть предусмотрена проверка соблюдения требований техники безопасности и производственной санитарии, работы защитных механизмов и устройств, уплотнений, а также замеры вибраций, шума и др.

5.3. Испытания проводит комиссия, состоящая из представителей: организации — исполнителя технического проекта; завода-изготовителя; предприятия, эксплуатирующего оборудование; головной проектной организации и лиц, специально привлекаемых к испытанию.

Главный инженер завода-изготовителя или предприятия, эксплуатирующего оборудование, обязан организовать для членов комиссии предварительный инструктаж в соответствии с «Положением о порядке проведения инструктажа и обучения работающих по технике безопасности и производственной санитарии на предприятии»:

а) об основных опасностях и вредностях, могущих возникнуть при работе компрессорной установки;

б) о правилах пожарной безопасности;

в) о правилах и нормах техники безопасности и производственной санитарии.

5.4. Во время испытания компрессорной установки, когда индицирование выполняют с открытыми окнами в направляющих, должна быть обеспечена безопасность участников испытания.

Не допускается наличие масла на полу у испытываемой компрессорной установки.

РАЗДЕЛ VI
ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ

6.1. Администрация предприятий обязана обеспечить правильное содержание, эксплуатацию и ремонт компрессорной установки, а также безопасность обслуживания и надежность работы оборудования.

Компрессорную установку необходимо обслуживать в соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации завода-изготовителя, составляемой для каждого типа машины.

6.2. Каждая работающая на предприятии компрессорная установка или группа однородных компрессорных установок, работающих на взрывоопасных и токсичных газах, должна быть укомплектована, кроме указанной в п. 3.3, следующей технической документацией:

а) схемой коммуникационных линий трубопроводов и размещения арматуры с указанием их назначения, проходных сечений, рабочих давлений, температур и направления движения среды;

б) инструкцией по эксплуатации компрессорной установки, составленной с учетом требований инструкции завода-изготовителя и технологического регламента;

в) ремонтным формуляром;

г) актами осмотра, освидетельствования, испытаний на прочность и герметичность, приемо-сдаточными актами, сертификатами на ответственные детали, паспортами на смазочные масла и другой дополняющей их технической документацией.

6.3. Персонал, допущенный к обслуживанию компрессорной установки, должен знать:

а) устройство и принцип действия оборудования компрессорной установки;

б) схемы газопровода, водопровода, смазки механизма движения, смазки цилиндров, сальников и других систем;

в) места установки компрессорного оборудования: холодильников, буферных емкостей, влагомаслоотделителей и других устройств;

г) схему и места установки контрольно-измерительных приборов;

д) схемы, устройства и принципы действия автоматики компрессорной установки;

е) инструкцию по безопасному обслуживанию оборудования компрессорной установки;

ж) мероприятия по предупреждению аварий и меры по устранению возникших неполадок.

6.4. Запрещается поручать машинистам во время их дежурства выполнение работ, не связанных с обслуживанием компрессорной установки. Допускается на время кратковременной

отлучки машиниста поручать обслуживание компрессорной установки другому лицу, имеющему соответствующие права.

6.5. Вход в компрессорную посторонним лицам запрещается. Снаружи у входной двери в помещение компрессорной должна быть вывешена предупредительная надпись «Вход посторонним воспрещен».

6.6. Компрессорная должна быть обеспечена надежной связью и сигнализацией с технологически связанными цехами и отделениями, а при необходимости устройством кодовой сигнализации.

6.7. Для компрессорных установок, работающих на взрывоопасных и токсичных газах, должны быть разработаны планы ликвидации возможных аварий. Обслуживающий персонал должен быть обучен правильным действиям по предупреждению и ликвидации аварийной ситуации.

6.8. На рабочем месте необходимо вывесить инструкции по эксплуатации компрессорной установки, технике безопасности и противопожарной профилактике.

6.9. Состояние деталей и узлов, работающих непосредственно в агрессивных средах, необходимо систематически проверять, а при ремонтах определять степень изменения их первоначальных толщин и величины износа. Результаты проверки состояния деталей, узлов и аппаратов записывают в специальный журнал или ремонтную карту. Периодичность контроля и перечень узлов и деталей, подлежащих контролю, должны быть указаны в ремонтной документации.

6.10. Содержание помещения, в котором размещены компрессорные установки, работающие на взрывоопасных и токсичных газах, должно соответствовать действующим «Правилам безопасности во взрывоопасных и взрыво-пожароопасных химических и нефтехимических производствах (ПБВХП—74)» и «Инструкции по санитарному содержанию помещений и оборудования производственных предприятий».

6.11. Машинист компрессорной установки обязан вести журнал наблюдения и контроля за параметрами компрессорной установки (примерная форма дана в приложении 4), внося в него записи обо всех недостатках, обнаруженных в работе деталей и узлов, арматуры, аппаратов и другого оборудования (ослаблении креплений, нарушении герметичности, возникновении вибрации, появлении стуков, перегрева), а также о принятых мерах по ликвидации выявленных неполадок.

6.12. Повышение избыточного давления в аппаратах и системах, работающих под давлением (при подготовке их к пуску), а также снижение давления (при их выключении и продувке) должны осуществляться постепенно по установленному регламенту и в последовательности, предусмотренной инструкцией по эксплуатации компрессорной установки.

6.13. Компрессорные установки, работающие на взрывоопасном газе, необходимо продувать инертным газом перед пуском:

а) после ремонта;

б) после вскрытия для осмотра или ремонта хотя бы одного узла, работающего в среде взрывоопасного газа;

в) после длительной остановки.

6.14. Остановка компрессорной установки на ремонт или на длительное время должна осуществляться после продувки ее оборудования инертным газом, затем воздухом, если она работает на взрывоопасном газе, и воздухом при работе на токсичном невзрывоопасном газе.

6.15. Перед пуском компрессора с местного щита управления машинист обязан дать предупредительный сигнал начальнику смены или оператору о пуске компрессора и только после получения ответного сигнала, подтверждающего готовность технологической линии и разрешающего пуск компрессора можно включать его главный двигатель.

Непосредственно перед пуском компрессора должен быть включен предупредительный сигнал для обслуживающего персонала.

6.16. Аварийная остановка должна быть осуществлена немедленно без разгрузки компрессора.

Неработающая компрессорная установка должна быть отключена от цеховых газовых коллекторов и давление с нее снято. После аварийной остановки компрессора необходимо немедленно перекрыть задвижки на линиях, соединяющих его с цеховыми коллекторами, и сбросить давление во всей газовой системе установки.

6.17. При длительных остановках компрессора и остановках на ремонт отключение его трубопроводов от цеховых коллекторов выполняют с помощью двух запорных вентилей с открытием воздушников между ними. Если на линии всасывания предусмотрен гидрозатвор, отключение от коллектора осуществляется гидрозатвором.

6.18. Компрессор должен быть немедленно остановлен в случае:

а) отказа средств защиты компрессора (блокировки), перечисленных в п. 2.138 настоящих Правил;

б) нарушения уплотнений и утечки газа;

в) появления посторонних стуков и ударов в компрессоре и в двигателе или обнаружении их неисправности, которая может привести к аварии;

г) перегрузки главного двигателя (высокая температура обмоток двигателя);

д) выхода из строя контрольно-измерительных приборов компрессорной установки в случаях невозможности замены их на работающей установке;

е) отсутствия освещения;

ж) пожара.

6.19. При остановке компрессора из-за нагрева коренных подшипников, после сильных механических и гидравлических ударов, из-за внезапной сильной перегрузки, аварий с обрывом шатунных болтов запрещается пускать компрессор без проверки: состояния вала и подшипников, положения вала и замера расхождения щек, состояния деталей узла соединения штока с крейцкопфом на наличие трещин.

6.20. Ревизию, разборку и чистку предохранительных клапанов надо выполнять в зависимости от состава и чистоты компримируемого газа в соответствии со сроками проведения планово-предупредительных ремонтов компрессорных установок.

6.21. Все предохранительные клапаны перед пуском в эксплуатацию необходимо отрегулировать на специальном стенде на установочное давление, а затвор и разъемные соединения проверить на плотность.

В качестве контрольной среды для определения момента открытия клапана следует применять воздух или азот, осушенные и очищенные от механических и химических загрязнений.

6.22. На каждый предохранительный клапан должен составляться технический паспорт (эксплуатационная карточка), в который заносятся результаты ревизии, ремонта и регулировки за подписями механика цеха и мастера по ремонту.

Вместе с техническим паспортом должны храниться паспорта (копии) на клапан и пружину, полученные от завода-изготовителя.

График ремонта и ревизий предохранительных клапанов составляется администрацией цеха, согласовывается с главным механиком и утверждается главным инженером предприятия.

6.23. График планово-предупредительного ремонта и технические условия на ремонт компрессорного оборудования должны быть составлены с учетом требований инструкции завода-изготовителя и действующей системы ППР оборудования соответствующей отрасли промышленности.

6.24. Проведение ремонтных работ на действующем оборудовании до его полной остановки запрещается.

6.25. Ремонт компрессорной установки, отдельных ее деталей, узлов, систем, сосудов и другого оборудования должен осуществляться в соответствии с требованиями инструкции по ремонту с проверкой качества произведенного ремонта и оформлением соответствующей ремонтной документации.

Сдача компрессорной установки в ремонт и прием компрессорной установки из ремонта проводятся по актам, примерная форма которых дана в приложениях 5, 6.

6.26. Компрессорные установки после капитального ремонта подвергают испытаниям, проверке и регулировке в соответствии с инструкцией завода-изготовителя и техническими условиями на ремонт.

6.27. Вновь устанавливаемые при ремонте детали и узлы компрессорной установки должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к ним при изготовлении, контроле и монтаже и указанным в чертежах и технических условиях завода-изготовителя.

6.28. При ревизии и ремонте компрессоров необходимо пользоваться взрывозащищенными переносными светильниками напряжением не выше 36 В.

РАЗДЕЛ VII

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ПРАВИЛ

7.1. Настоящие Правила обязательны для выполнения всеми должностными лицами, инженерно-техническими работниками, занятыми проектированием, изготовлением, монтажом, ремонтом и эксплуатацией поршневых компрессорных установок, работающих на взрывоопасных и токсичных газах.

7.2. Должностные лица на предприятиях, в организациях, а также инженерно-технические работники проектных и конструкторских институтов и организаций, виновные в нарушении настоящих Правил, несут личную ответственность, независимо от того, привело ли это нарушение к аварии или несчастному случаю с людьми. Они отвечают также за нарушения, допущенные их подчиненными.

7.3. Выдача должностными лицами указаний или распоряжений, принуждающих подчиненных нарушать Правила безопасности и инструкции, самовольное возобновление работ, остановленных органами Госгортехнадзора или технической инспекцией профсоюза, а также непринятие мер по устранению нарушений Правил и инструкций, которые допускаются рабочими или другими подчиненными лицами в их присутствии, являются нарушениями настоящих Правил.

В зависимости от характера нарушений и их последствий все указанные лица несут ответственность в установленном законодательством порядке.

7.4. Рабочие при невыполнении ими требований безопасности, изложенных в инструкциях по технике безопасности по их профессиям, в зависимости от характера нарушений несут ответственность в установленном порядке.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(к п. 2.64)

Предприятие _____

Цех _____

АКТ

на сдачу трубопроводов в ремонт и для испытаний

т «____» _____ 19____ г.

Мы, нижеподписавшиеся, начальник цеха _____

механик цеха _____, начальник смены _____ составили настоящий акт в том, что _____ месяца 19____ г. в ____ ч. начальник смены _____ сдал в ремонт и для производства испытаний на плотность и прочность трубопроводы: _____

_____

_____

(наименование линий и их границы)

Принятые меры по технике безопасности: _____

_____

Меры безопасной работы: _____

В ____ ч ____ 19____ г. разрешить приступить к ремонту

Начальник цеха _____

Механик цеха _____

Начальник смены _____

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(к п. 2.64)

Предприятие _____

Цех _____

АКТ

на ремонт, ревизию и испытание трубопроводов, транспортирующих токсичные и взрывоопасные продукты,

от «_____» _____ 19 _____ г.

Мы, нижеподписавшиеся, начальник цеха _____,

механик цеха _____, начальник смены _____

составили настоящий акт в том, что произведен ремонт и ревизия трубопроводов _____

_____

(наименование линий и их границы $P_{раб}$)

При ремонте выполнены следующие работы: _____

_____

Согласно действующим нормам и техническим указаниям трубопроводы испытаны:

а) на прочность давлением $\frac{\text{гидравлическим}}{\text{пневматическим}}$, кгс/см^2,

во время испытания дефектов и течи не обнаружено;

б) на плотность пневматическим методом на давление _____, кгс/см^2.

Трубопроводы выдержаны при испытательном давлении _____ ч.

Падение давления составило _____ % в час.

Допустимая величина падения для трубопровода _____ % в час.

Трубопроводы, перечисленные в настоящем акте, считать выдержавшими испытания на прочность и плотность и принятыми в эксплуатацию в _____ ч _____ 19_____ г.

Начальник цеха _____

Механик цеха _____

Начальник смены _____

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(к п. 2.64)

АКТ
испытания арматуры

Предприятие (заказчик) _____

Цех (объект) _____

Мы, нижеподписавшиеся, представитель монтирующей организации

_____
(наименование организации)

в лице _____
(должность, фамилия, и., о.)

и представитель заказчика в лице _____

_____
(должность, фамилия, и., о.)

составили настоящий акт в том, что были произведены наружный осмотр и испытание арматуры, изготовленной заводом-поставщиком

_____
(наименование завода-поставщика)

Характеристика и условия испытания арматуры

№ пп.	Наименование арматуры	Тип и марка	Заводской номер	Условный проход, мм	Испытательное давление, кгс/см² (избыточное)	
					на прочность	на плотность

При осмотре и испытании арматуры дефектов не обнаружено. Арматура считается выдержавшей испытание на прочность и плотность и пригодной для монтажа.

Представители: *монтирующей организации* _____
(подпись)

предприятия (заказчика) _____
(подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

(к п. 6.11)

ЖУРНАЛ

учета работы компрессора (примерная форма)

Дата и время суток	Давление газа по ступеням, *кгс/см²*				Температура газа по ступеням, °С								Температура воды, °С				
					I		II		III		IV			после холодильников			
	I	II	III	IV	на входе	на выходе	на входе	на выходе	на входе	на выходе	на входе	на выходе	поступающей на охлаждение	I	II	III	концевого
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Продолжение

Масло			Показания приборов				Продолжительность продувки маслово-водо-отделителей, газосборников и пр., *ч*	Время проведения проверки предохранительных клапанов и манометров, дата	Замеченные неисправности компрессорной установки и их устранение	Примечание
давление, *кгс/см²*	температура, °С	расход, *л/смену*	газомера	вольтметра	амперметра в цепи					
					статора	ротора				
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29

Смену сдал _____ За смену компрессор работал _____ *ч*

Смену принял _____ Выработано воздуха (газа) _____ *м³*

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
(к п. 6.25)

АКТ № _____

на сдачу в капитальный ремонт изделия _____
наименование изделия

«_____» _____ 19_____ г.

Настоящий акт составлен представителем _____
наименование ремонтного

_____
предприятия (исполнителя), должность и фамилия

с одной стороны, и представителем _____
наименование предприятия,

_____
организации (заказчика), должность и фамилия

с другой, о том, что произведена сдача в капитальный ремонт _____

_____
наименование и номер изделия

паспорт № _____ формуляр № _____
при наличии паспорта при наличии формуляра

наработка с начала эксплуатации или от последнего капитального ремонта

_____
мото-часы, километры пробега и т. п.

техническое состояние и комплектность _____
наименование изделия

соответствуют _____
наименование и (или) номер нормативно-технической документации

Заключение _____
наименование изделия и состав комплектности

в капитальный ремонт принят _____
дата приемки

не принят _____
указать отклонения от нормативно-технической

_____
документации и (или) другие причины отказа от приемки в ремонт

Представитель ремонтного предприятия _____
подпись

Представитель заказчика _____
подпись

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
(к п. 6.25)

АКТ № ——

На выдачу из капитального ремонта ——————————
наименование изделия

«——» ——————— 19 ——г.

Настоящий акт составлен представителем заказчика ——————————

——————————
наименование предприятия, организации (заказчика), должность и фамилия

действующим на основании доверенности № ——————— от «——»

19——— г., с одной стороны, и представителем ——————————

——————————
наименование ремонтного предприятия (исполнителя), должность и фамилия

с другой, о том, что произведена выдача из капитального ремонта

паспорт № ——————————
наименование и номер изделия при наличии паспорта

формуляр № ——————————
при наличии формуляра

техническое состояние и комплектность ——————————
наименование изделия

соответствуют ——————————
наименование и (или) номер нормативно-технической документации

Заключение ——————————признано годным к эксплуатации
наименование изделия

и выдано из капитального ремонта——————— принял представитель
наименование изделия

заказчика———————
подпись

——————————
наименование изделия сдал представитель ремонтного предприятия ——— ———————
подпись

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3
Раздел I. **Общие положения** 4

Раздел II. **Основные требования к компрессорным установкам** . . . 6

Общие требования 6
Размещение оборудования компрессорных установок 7
Механизация управления и обслуживания 7
Требования к герметичности 8
Требования к продувке инертным газом 10
Требования по снижению уровня шумов и вибрации 11
Материалы, арматура и трубопроводы 13
Сосуды и аппараты компрессорных установок, работающие под давлением 15
Система смазки и смазочные масла 17
Система охлаждения 18
Предохранительные устройства 19
Предохранительные ограждения 21
Контрольно-измерительные приборы 22
Система автоматизации 25

Раздел III. **Требования к изготовлению компрессорных установок** 26
Раздел IV. **Монтаж, наладка и приемка** 26
Раздел V. **Испытания компрессоров** 28
Раздел VI. **Эксплуатация и ремонт** 29
Раздел VII. **Ответственность за нарушение Правил** 33
Приложения 34

ИБ № 1223

**ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА
И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ, РАБОТАЮЩИХ
НА ВЗРЫВООПАСНЫХ И ТОКСИЧНЫХ ГАЗАХ**

Редактор **А. Д. Артомасов**
Редактор издательства **Н. Ф. Фокина**
Художественный редактор **Г. А. Жегин**
Технический редактор **Н. Н. Аникушин**
Корректоры **Л. Ф. Дурасова, К. В. Шин**

Сдано в набор 15/XI—1976 г. Подписано в печать 2/II—1977 г.
Формат бумаги 60×90¹/₁₆ Бумага типографская № 3
Печ. л. 2,5 Уч.-изд. л. 2,5
Тираж 83 300 экз. Заказ 644 Изд. № 7224/з Цена 15 коп.

Издательство «Металлургия», 119034, Москва, Г-34, 2-й Обыденский пер., д. 14

Подольский филиал ПО «Периодика» Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
г. Подольск, ул. Кирова, д. 25

gost.e-ecolog.ru