

М. И. Киреев
А. И. Коварский

М О Н Т А Ж
и ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
СТАНЦИЙ
ПОДСТАНЦИЙ
и ЛИНИЙ
ПЕРЕДАЧ

ПРОФТЕХИЗДАТ
1960

Киреев Михаил Иванович,
Коварский Александр Ильич

МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ, ПОДСТАНЦИЙ
И ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧ

* * *

Научный редактор *Егоров Г. П.*

Редактор *Рычек Т. И.*

Художник *Сореизон А. Г.*

Техн. редактор *Персон М. Н.*

Корректоры: *Добрянская М. М., Ломоносова Л. М.*

А 07090.

Сдано в набор 18/VI 1960 г.

Подп. к печ. 5/IX 1960 г

Формат бум. 60×92¹/₁₆—26,5 п. л.

В 1 п. л. 36 400 зн.

Уч.-изд. л. 24,05.

Уч. № 18/4711. Тир. 60 000 экз. (1-й завод 1—30 000 экз.). Цена 7 р. (с 1/I—61 г. цена 70 коп.).

Тип. Профтехиздата, Москва, Хохловский пер., 7. Зак. 1085.

М. И. КИРЕЕВ, А. И. КОВА

МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ, ПОДСТАНЦИЙ И ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧ

*Одобрено Ученым советом
Государственного комитета Совета Министров СССР
по профессионально-техническому образованию
в качестве учебного пособия
для профессионально-технических
учебных заведений*

ВСЕСОЮЗНОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПРОФТЕХИЗДАТ
МОСКВА 1960

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

В книге рассматриваются вопросы монтажа и эксплуатации электрооборудования распределительных устройств электрических станций и подстанций, приводятся необходимые сведения об эксплуатации синхронных генераторов, излагаются вопросы монтажа и эксплуатации воздушных линий электропередачи.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для учащихся учебных заведений системы профессионально-технического образования, а также для рабочих, подготовляемых в системе бригадно-индивидуального ученичества. Она может быть полезна и электромонтерам, повышающим свою квалификацию.

Все отзывы и замечания о книге просим направлять по адресу: Москва, Центр, Хохловский пер., 7, Профтехиздат.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В решениях XXI съезда КПСС, который выдвинул перед советским народом величественную программу развернутого коммунистического строительства, огромное значение придается конкретному воплощению ленинской идеи о сплошной электрификации.

За текущее семилетие установленная мощность электрических станций должна вырасти более чем в два раза. Выработка электроэнергии к 1965 г. составит 500—520 млрд. киловатт-часов, а потребление электроэнергии промышленностью увеличится в 2,2 раза.

Грандиозная программа развития социалистической энергетики требует подготовки большого количества квалифицированных рабочих, в том числе электромонтеров по монтажу и эксплуатации электрических станций, подстанций и линий электропередачи. Настоящая книга предназначена в качестве учебного пособия для подготовки специалистов данного профиля.

В своей работе над книгой авторы учли передовой опыт ряда электромонтажных организаций Советского Союза, таких как «Центроэлектросетьстрой», «Центроэлектромонтаж» и др.

В книге отражены новые, наиболее совершенные технические решения отдельных вопросов технологии монтажа и методов эксплуатации, а также достижения электромонтеров-передовиков производства.

Авторы приводят конкретные практические задания, выполнение которых поможет учащимся закрепить полученные знания.

Книга состоит из двух частей. В первой части рассматриваются принципы и организационные основы электромонтажного производства, приводятся сведения о распределительных устройствах электрических станций и подстанций и описывается процесс их монтажа, разбираются особенности монтажа силовых трансформаторов, а также устройств вторичной коммутации. Сообщаются данные о монтаже воздушных линий электропередачи.

Вопросы монтажа синхронных генераторов в данном учебном пособии не рассматриваются, так как они столь значительны и специфичны, что должны служить темой для отдельной книги.

Во второй части книги даются сведения об организационных основах технической эксплуатации, приводятся необходимые практические материалы по оперативным переключениям. Отдельная глава посвящена эксплуатации электрооборудования распределительных устройств, особенно подробно в ней рассмотрены вопросы ремонта силовых выключателей. В этой части рассматриваются также основные вопросы эксплуатации силовых трансформаторов, синхронных генераторов и воздушных линий электропередачи.

В отдельную главу выделены материалы по электробезопасности при работе в действующих устройствах с напряжением выше 1000 в. В этой же главе приведены необходимые сведения по оказанию первой помощи при поражении электрическим током.

МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ, ПОДСТАНЦИЙ И ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Глава I

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

§ 1. СВЕДЕНИЯ О СТРУКТУРЕ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И ПОДГОТОВКЕ РАБОТ

Монтаж электрооборудования электрических станций и подстанций представляет собой сложный комплекс разнообразных работ по установке электрических машин, аппаратов, приборов и соединению их в соответствии с заданными схемами в определенную систему, которая могла бы обеспечить бесперебойную выработку электроэнергии и снабжение ею потребителей.

Так, на станциях монтируются генераторы, которые размещаются в машинном зале, на подстанциях устанавливаются силовые трансформаторы, предназначенные для повышения или понижения напряжения поступающей электроэнергии.

Для распределения электроэнергии между потребителями на станциях и подстанциях создаются специальные распределительные устройства, в состав их оборудования входят разъединители и силовые выключатели, служащие для производства необходимых отключений и переключений в электрических цехах. Здесь же устанавливается измерительная аппаратура и приборы, контролирующие режимы работы установки.

С тем чтобы обеспечить возможность управления установкой, на станциях и подстанциях создаются вторичные цепи, основная аппаратура которых концентрируется на центральном щите управления.

Для подачи импульсов на отключение отдельных частей установки в случае возникновения ненормальных режимов и аварий монтируются защитные релейные устройства.

В целях производства всего этого сложного комплекса работ в СССР организован ряд специальных электромонтажных трестов, в том числе всесоюзного значения — «Центроэлектросетьстрой», «Центроэлектромонтаж», а также тресты «Укрэлектромонтаж», «Уралэлектромонтаж», «Севзапэлектромонтаж» и ряд других, построенных по территориальному признаку.

Каждый трест имеет в своем составе управления, являющиеся самостоятельными производственными единицами и объединяющими в свою очередь монтажные участки, персонал которых непосредственно выполняет все работы по монтажу.

Монтажный участок может делиться на более мелкие производственные единицы — прорабские участки, возглавляемые производителями работ.

Монтажное управление, как правило, имеет свою центральную электромеханическую мастерскую, оснащенную станками, прессами и другим оборудованием. В этой мастерской в централизованном порядке изготавливаются металлоконструкции, отдельные монтажные узлы, камеры сборных распределительных устройств и др.

В настоящее время существует правильная тенденция возмозно большую часть подготовительных работ переносить из электромонтажной зоны на заводы и в электромеханические мастерские. Это сокращает сроки их выполнения, повышает качество и снижает стоимость.

На монтажном участке организуется склад хранения оборудования, аппаратуры и материалов, а также местная монтажная электромеханическая мастерская для производства слесарных работ и тех монтажных узлов, которые не изготавливаются центральными мастерскими.

До начала работ на объект завозятся необходимые материалы, оборудование, аппаратура, продукция центральных электромеханических мастерских: металлоконструкции, отдельные монтажные узлы. Сюда же доставляются лестницы, приставки, стремянки. Если работы будут вестись на высоте более 4 м или предстоит монтаж тяжелых деталей, то должны быть заготовлены леса и подмости.

При материальном складе объекта организуется инструментальная, здесь подготовляются к выдаче монтажному персоналу инструменты и приспособления.

Как правило, в одном из подсобных помещений объекта помещается раздевалка. Она оборудуется шкафами для хранения спецодежды и индивидуального инструмента, а также столами, скамейками и классной доской для проведения занятий по минимуму и инструктажей. Здесь же должна находиться аптечка с медикаментами для оказания первой помощи.

В смежном с раздевалкой помещении обычно находится конторка производителя работ и мастера объекта — непосредственного руководителя рабочих бригад.

§ 2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ БРИГАДЫ, ЗВЕНА

Первичной производственной единицей на монтажном объекте является бригада в составе 6—8 человек. Бригада подразделяется на отдельные звенья, по 2—3 человека в звене.

В ряде случаев проводится специализация отдельных бригад, например, в области монтажа электрооборудования первичных цепей, монтажа вторичных устройств, прокладки силовых кабелей, устройства освещения и т. д.

Иногда звенья, входящие в состав этих бригад, в свою очередь специализируются. Так, в составе бригады, занимающейся монтажом первичных цепей, могут быть звенья, ведущие преимущественно монтаж разъединителей или установку силовых выключателей и др.

Работа бригады строится по заранее составленному графику (см. табл. 1).

Таблица 1
Форма бланка графика

График работы бригады

Вид работ	Количество рабочих	Время на работу по нормам в час.	Дни месяца	Время по графику с учетом перевыполнения норм в час.
1	2	3	4	5

При составлении графика в графе 3 проставляется время в час., предусмотренное на выполнение данной работы по нормам, которые указываются в специальных справочниках «Единые нормы и расценки на строительные и монтажные работы». Ниже приводится пример того, как по справочнику подсчитывается время на работу.

Пример. Бригаде электромонтеров поручено установить в распределительном устройстве 50 штырей в кирпичной стене и 10 шт. конструкций из уголкового и полосового стали на болтах на торце бетонной перегородки.

Определить количество времени, отводимое нормами на эту работу.

Содержание работы. При установке деталей крепления и опорных конструкций работающий должен разметить и пробить гнезда или отверстия, собрать опорные конструкции, установить, выверить, вмазать (или закрепить) детали крепления или конструкции. В состав звена при установке штырей и конструкций входит электромонтер 6-го разряда и электромонтер 4-го разряда. Пробивку отверстий производит электромонтер 4-го разряда.

В справочнике дается норма времени и расценка на установку деталей крепления:

$$1) 100 \text{ штырей} - \frac{35}{105-00},$$

2) I конструкции из уголковой стали — $\frac{1,5}{4-50}$, где в числителе указано время в час., а в знаменателе — стоимость работы в руб. Тогда для установки 50 штырей потребуется:

$$35 : 2 = 17,5 \text{ час.}$$

Аналогично количество времени на установку конструкций определится подсчетом:

$$1,5 \times 10 = 15 \text{ час.}$$

Полученное время проставляется в графу 3 графика. В графе 4 указываются два календарных срока выполнения работ: по нормам и с учетом перевыполнения норм. В графу 5 графика проставляется ориентировочное время, в течение которого бригада намеревается выполнить заданную работу с учетом перевыполнения норм.

Ориентируясь на знаменатели дробей, можно подсчитать и стоимость работ.

Необходимо, чтобы перед началом работ каждое рабочее место было полностью обеспечено оборудованием и приспособлениями.

В бригадах и звеньях должны быть организованы социалистическое соревнование и систематическое обсуждение результатов выполнения соцдоговоров, графика работ и мероприятий по повышению производительности труда.

§ 3. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Электромонтажные работы ведутся по проекту, который включает электрические схемы, планы, разрезы, чертежи отдельных узлов (см. § 6).

К проекту прилагаются: пояснительная записка, содержащая все необходимые расчетные данные; спецификация на электрооборудование и материалы; смета на стоимость оборудования, материалов и необходимых затрат на рабочую силу.

Для начала монтажа необходимы также акты приемки электрооборудования, его технические характеристики и паспорта.

Перед тем как приступить к производству работ, монтажники принимают у строителей все исполненные ими по заданию монтажной организации сооружения. В ходе приемки проверяет-

ся соответствие натуры размерам, заданным чертежами, устанавливается, все ли предусмотренные отверстия и проемы оставлены строителями и в какой степени соответствуют они данным чертежей. Результаты приемки фиксируются в специальных актах, которые включают в состав технической документации, необходимой для начала монтажа.

В состав технической документации входит также проект организации работ, в котором предусматриваются сроки поступления оборудования и материалов, планируется движение на объекте рабочей силы и намечаются графики работы отдельных бригад. В этом проекте указываются также инструменты, механизмы и приспособления, которыми должен быть снабжен данный объект.

На каждый вид проводимых работ должны быть подготовлены так называемые технологические карты, где указываются отдельные электромонтажные операции, входящие в состав работ; приводятся инструменты, приспособления и механизмы, необходимые для их выполнения; рекомендуются наиболее целесообразные последовательность и методы выполнения отдельных видов работ. При составлении технологических карт учитывается передовой опыт электромонтажных организаций и монтажников-передовиков производства.

Форма технологической карты приводится в табл. 2

Таблица 2

Форма технологической карты

Технологическая карта

на _____ (указывается вид работ) _____

Наименование операции	Инструменты, приспособления и механизмы	Материалы	Технологические указания

По целому ряду работ Государственным проектным институтом «Тяжпромэлектропроект» выполнены типовые технологические карты.

§ 4. ИНСТРУМЕНТЫ И МЕХАНИЗМЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТАХ

От обеспечения электромонтажного персонала качественными высокопроизводительными инструментами и механизмами в большой мере зависит производительность труда и качество работ.

Каждый монтажник должен быть снабжен сумкой с набором ручных инструментов (рис. 1). В монтажных сумках, выпускаемых заводами Главэлектромонтажа, содержится в числе прочего резиновая гипсовка 3 с мастерком для приготовления вяжущих растворов, предохранительные очки для защиты глаз при производстве дыропробивных работ, шнур с отвесом 2, необходимый

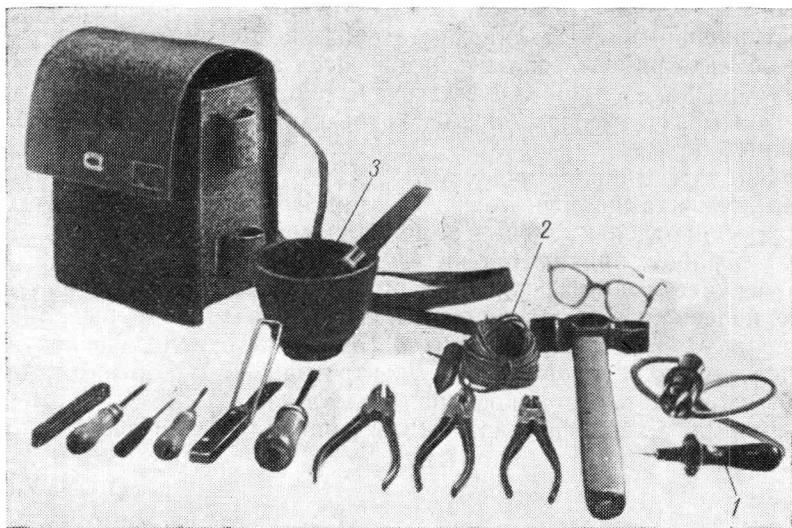


Рис. 1. Сумка с набором ручных инструментов:
1 — индикатор напряжения, 2 — шнур с отвесом, 3 — гипсовка и мастерок

при выполнении разметки. Там же имеется индикатор напряжения 1, дающий возможность определять наличие напряжения во временных сетях с напряжением до 380 в.

В настоящее время устройство отверстий в кирпиче и бетоне взамен малопроизводительной и трудоемкой пробивки выполняют путем электросверления. Для этих целей используют электросверлилки (рис. 2), которым придаются сверла с твердосплавными наконечниками.

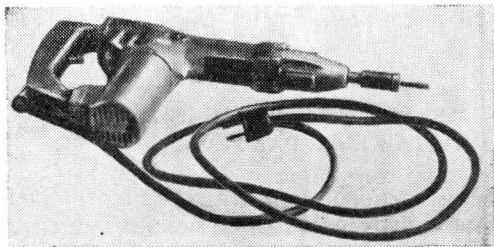


Рис. 2. Электросверлилка

В то же время в практике монтажа находит все большее применение другой рациональный способ установки крепежных де-

талей с использованием строительно-монтажных пистолетов, в частности пистолета типа СМП-1 (рис. 3). Работа пистолета построена на принципе использования силы, развиваемой пороховым зарядом. В комплект СМП-1 входит: пистолет однозарядный с затвором и двумя сменными стволами диаметром 12 мм и 8 мм, наборы патронов различной взрывной силы и дюбели. Вес пистолета 3 кг. К пистолету прилагается несколько надставок для работы в разных условиях.

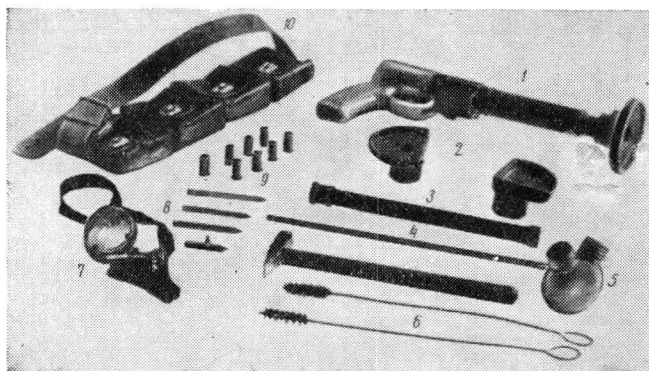


Рис. 3. Строительно-монтажный пистолет типа СМП-1:
1 — пистолет, 2 — надставка, 3 — сменный ствол, 4 — шомпол, 5 —
масленка, 6 — ерши для прочистки стволов, 7 — предохранительные
очки, 8 — дюбели, 9 — патроны, 10 — патронташ

Для соединения шин, закрепления специальных наконечников на концах кабелей и проводов применяется ножной гидравлический пресс НГП-7 (рис. 4), создающий усилие до 7 т. Помимо того, что использование пресса упрощает и ускоряет производство работ, оно дает возможность обойтись без легкоплав-

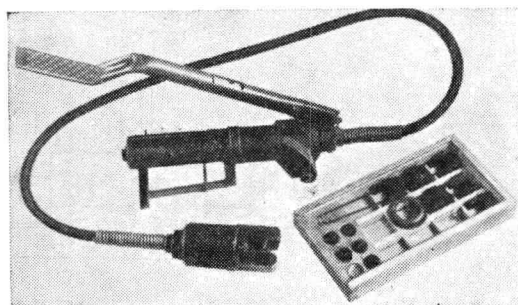


Рис. 4. Ножной гидравлический пресс НГП-7

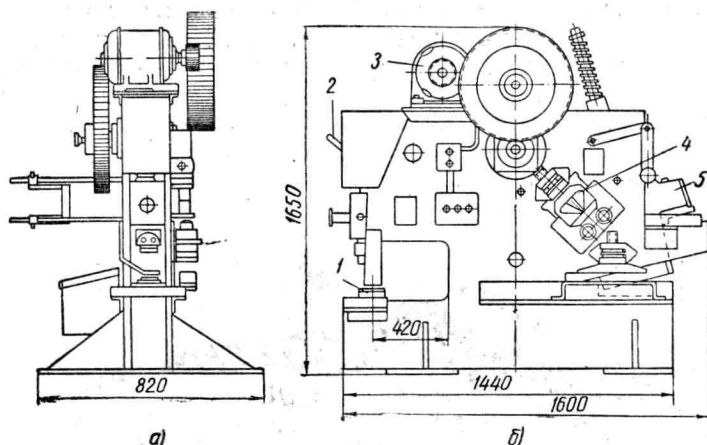


Рис. 5. Пресс-ножницы типа ПН-1:

а — вид спереди, *б* — вид сбоку: 1 — механизм для пробивки отверстий и штамповки деталей, 2 — рукоятка включения рабочего хода, 3 — электродвигатель, 4 — нож для поперечной резки сортового металла, 5 — пуансон для вырезки полок в угловой стали

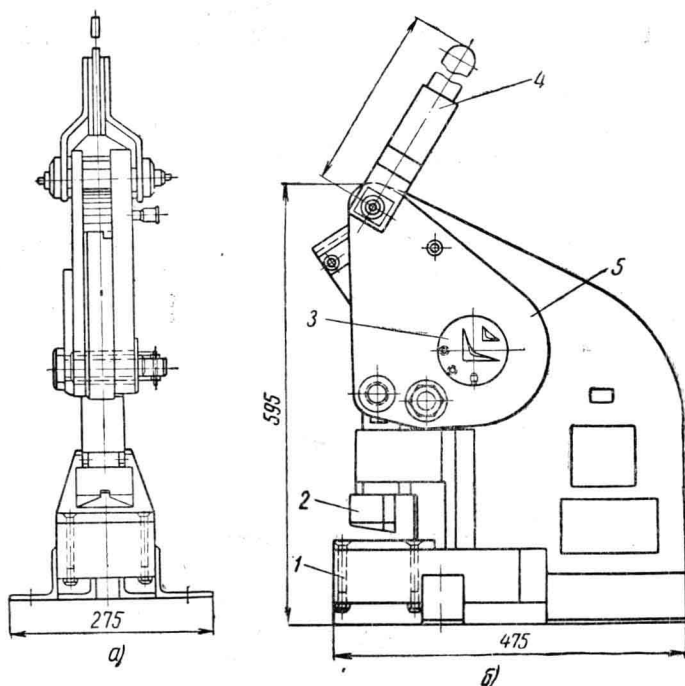


Рис. 6. Пресс рычажный типа ПРН-5:

а — вид спереди, *б* — вид сбоку: 1 — стол с матрицей, 2 — пуансон, 3 — дисковый нож с профильными и круглыми отверстиями для резки угловой и круглой стали, 4 — рычаг, 5 — подвижная щека

ких цветных металлов — олова, свинца, необходимых при напайке наконечников.

На любом станционном или подстанционном монтажном объекте приходится иметь дело с многочисленными операциями по обработке металла и прежде всего сортовой стали. Поэтому объекты снабжаются такими механизмами, как универсальные передвижные прессы УПП и пресс-ножницы типа ПН-1.

На прессе УПП можно производить поперечную резку уголкового, полосового, круглого и квадратного стали, вырезку полок в уголкового стали под углом 45° , 90° и 135° , вырубку отверстий в стальных, медных и алюминиевых деталях и штамповку мелких монтажных деталей.

Пресс снабжен электродвигателем мощностью 3,5 квт. Наибольшие размеры уголкового и полосового стали, которые допускаются для поперечной резки и фасонной вырубки на этом прессе, — $60 \times 60 \times 6$ мм и 60×6 мм.

На прессе УПП можно вырубать отверстия диаметром до 60 мм при толщине стали 2 мм и диаметром до 26 мм при толщине стали 5 мм.

Примерно аналогичные данные характеризуют и пресс-ножницы ПН-1 (рис. 5).

Для ручной резки уголкового и полосового стали размерами до $45 \times 45 \times 5$ и 45×5 мм служит рычажный пресс типа ПРН-5 (рис. 6). Этот пресс используется на объектах со сравнительно небольшим объемом работ или в тех случаях, когда все основные слесарные операции выполняются в центральных электромеханических мастерских.

Сверление отверстий в деталях со сравнительно сложной конфигурацией производят на электро-сверлильных станках. На рис. 7 показан одношпиндельный вертикально-сверлильный станок типа 2150, допускающий сверление отверстий диаметром до 50 мм. Станок снабжен электродвигателем мощностью 2 квт.

Для резания металла применяются также специальные термические пилы (рис. 8). Данный механизм построен на принципе теплового воздействия стального диска, вращающегося с боль-

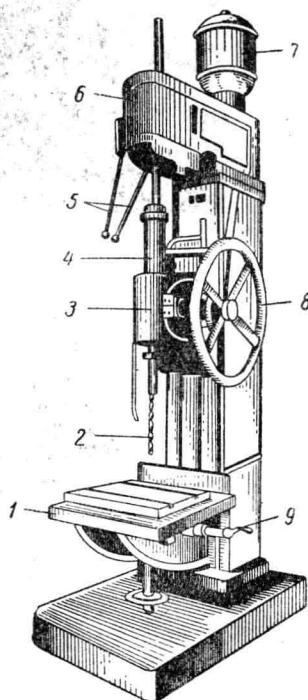


Рис. 7. Одношпиндельный вертикально-сверлильный станок типа 2150:

1 — стол, 2 — сверло, 3 — пусковые кнопки, 4 — шпиндель, 5 — рукоятки управления, 6 — привод, 7 — электродвигатель, 8 — штурвал подачи, 9 — ручка подъема стола

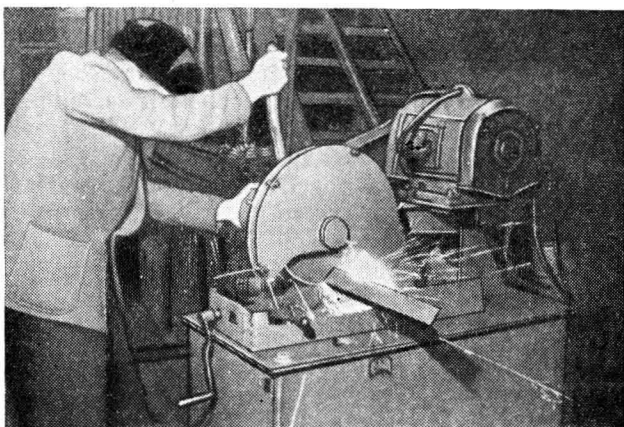


Рис. 8. Термическая пила

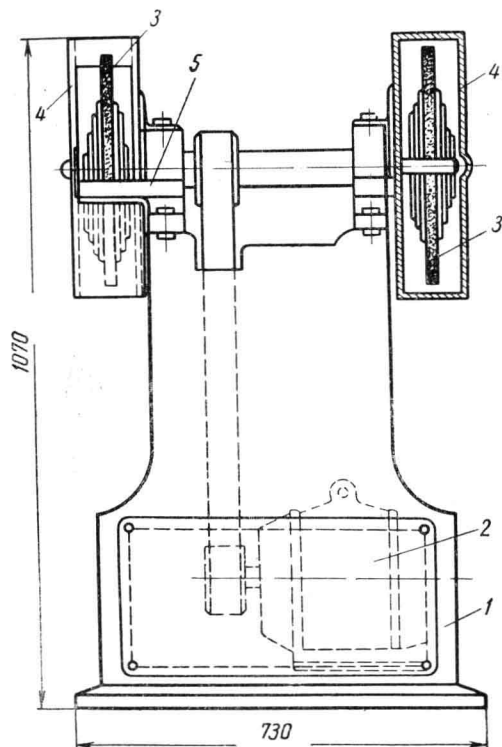


Рис. 9. Точильно-обдирочный станок типа Т-2:
 1 — литое основание, 2 — электродвигатель, 3 — абразивный круг, 4 — защитный кожух, 5 — подлокотник для создания опоры при работе

шим числом оборотов, на разрезаемый металл. Эффективность теплового резания достаточно велика. К числу некоторых недостатков этого способа следует отнести наплывы, образующиеся на металле в результате высоких температур. Однако их сравнительно легко можно удалить, пользуясь точильно-обдирочным станком (рис. 9).

Аналогичным станку Т-2 по своему конструктивному устройству является станок ЭЗС, предназначенный для заточки таких инструментов, как зубила, сверла и др.

При монтаже электрооборудования электрических станций и подстанций зачастую приходится иметь дело с аппаратурой большого веса. Поэтому монтажные объекты должны быть обеспечены автокранами достаточной грузоподъемности, к числу которых относится, например, автокран типа К-51 грузоподъемностью до 5 т (вылет стрелы до 3,8 м), автокран типа К-32 грузоподъемностью до 3 т (вылет стрелы 2,5 м).

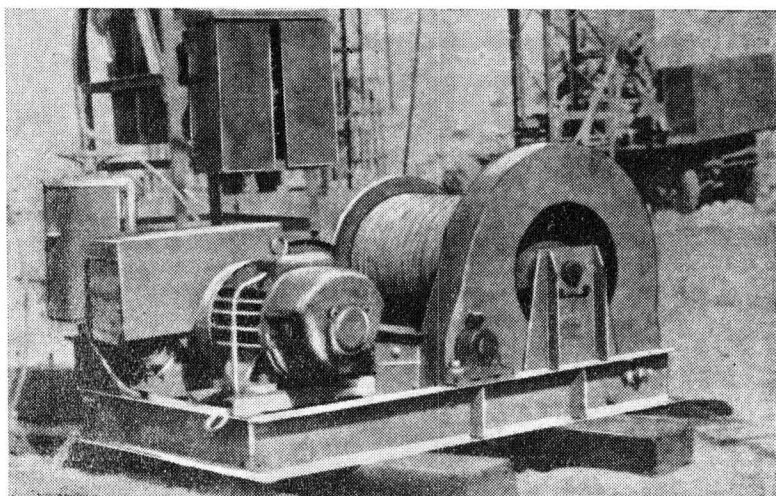


Рис. 10. Электролебедка

При подъеме и перемещении различного монтируемого электрооборудования широко применяются ручные лебедки грузоподъемностью от 0,5 до 7,5 т и электролебедки мощностью до 20 т (рис. 10), выпускаемые отечественными заводами, а также подъемные блоки, полиспасты и грузоподъемные тали, в том числе червячные грузоподъемностью до 10 т (рис. 11).

Большой удельный вес занимает при монтаже обработка алюминиевых полос-шин, служащих для токораспределения в