

318957

БЗ. 3(4Укр)

Л-84

Н. И. ЛУКАШКИН

О П Ы Т
ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ПЕРВОЙ ОЧЕРЕДИ ЗАВОДА
ЗАПОРОЖСТАЛЬ

СН

СТРОЙИЗДАТ · 1948

~~63.3~~ 63.3 (ч. 3 - 431)

184

Инж. Н. И. ЛУКАШКИН
Лауреат Сталинской премии

203

ОПЫТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ПЕРВОЙ ОЧЕРЕДИ
ЗАВОДА „ЗАПОРОЖСТАЛЬ“

05147
24150



318957

Handwritten initials and a checkmark.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО СТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва — 1948



Книга освещает передовые методы ведения строительно-монтажных и восстановительных работ, разработанные и примененные на строительстве завода «Запорожсталь».

Применение этих методов позволило обеспечить восстановление и пуск в короткий срок пяти крупнейших цехов и организовать бесперебойную совмещенную работу большого количества строительных организаций.

Излагая основные положения новых методов и опыт их применения, автор дает материалы, необходимые для практического применения их на строительстве заводов черной металлургии.

Отдельный раздел посвящен опыту применения новых строительных материалов, впервые примененных в промышленном масштабе на строительстве трестом «Запорожстрой».

ОТ АВТОРА

Настоящая работа не претендует на полное обвещение богатейшего строительного опыта, накопленного организациями—участниками восстановительных работ на Запорожском металлургическом и Запорожском коксохимическом заводах.

Детальное изучение и освоение этого опыта—задача ближайшего будущего.

Автор ставил своей задачей лишь показать узловые, решающие вопросы организации и технического выполнения этих сложных и больших работ.

Автор считает своей обязанностью принести благодарность инженерам Дымшицу В. Э., Филиппову Н. Г., Большамму Л. М., Симачеву Л. В. и Крылову В. А. за предоставление своих материалов и помощь в выпуске этой работы. Главы первая и шестая разработаны лауреатом Сталинской премии инж. Дымшицем В. Э.

В работе использованы также данные технических отчетов ряда организаций, участвовавших в восстановительных работах.

Н. Лукашкин.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Восстановление первой очереди завода «Запорожсталь» было делом исключительной трудности. В минимальные сроки нужно было выполнить гигантский объем самых разнообразных строительных и монтажных работ.

Запорожстроевцы сдержали слово, данное великому вождю народов товарищу Сталину. Они ввели цехи в действие точно в установленные правительством сроки: теплоэлектроцентраль дала пар 29 июня 1947 г., доменная печь № 3 выдала первую плавку чугуна 30 июня, первые слябы были получены 30 июля, цех тонкого листа прокатал первый стальной лист 26 августа, холоднокатаный лист получен 28 сентября и первый кокс выдан 27 ноября.

Победа коллектива строителей и монтажников, возрождающих «Запорожсталь» и Запорожский коксохимический завод, — блестящая демонстрация могучей, неиссякаемой силы нашего государственного строя. Это — еще одно яркое свидетельство успешного претворения в жизнь новой Сталинской пятилетки.

Победа коллектива «Запорожстроя» — это победа несокрушимого экономического могущества нашей Родины, уверенно залечивающей тяжелые раны войны и идущей к новому расцвету. Высокие темпы восстановления завода «Запорожсталь» стали возможными потому, что восстановление этого крупнейшего завода опиралось на могучую индустрию, созданную в годы Сталинских пятилеток.

Победа Запорожстроя — это победа мудрой политики большевистской партии, победа послевоенной Сталинской пятилетки.

Успешное восстановление первой очереди завода «Запорожсталь» — это победа передовых социалистических методов труда, победа большевистской организации дела. Это —

плод самоотверженного труда и смелого взлета технической мысли инженеров, техников, рабочих стройки, сумевших индустриализовать восстановительные работы и выжать из строительной техники все, что она способна дать.

Активная партийно-массовая работа и широко развернувшаяся социалистическое соревнование способствовали успешному выполнению работ.

Сила социалистического сознания, сила животворящего советского патриотизма вела вперед восстановителей завода на трудовые подвиги.

В период восстановления первой очереди завода «Запорожсталь» были разработаны и широко внедрены новые методы строительного монтажа работ, основанные на следующих важнейших принципах:

последовательности применения крупноблочного монтажа и подъема сооружений;

полного совмещения во времени работ по разборке завалов, а также строительных, монтажных и наладочных работ; сборности конструкций с организацией мастерских предварительной сборки для решающих видов работ;

предварительной разработки технологии работы и концентрации ресурсов на пусковых объектах в последовательности их ввода в действие;

последовательного внедрения графика как определенной системы организации строительства;

специализации строителей и связанного с этим непрерывного роста их квалификации;

применения потока, давшего блестящие результаты на восстановлении и постройке жилищ;

перенесения максимального количества работ на заводы строительных материалов;

внедрения новых материалов.

При восстановлении завода «Запорожсталь» впервые был применен метод устранения эксцентриситета доменной печи путем разрезания кожуха шахты и подъема одной ее стороны вместо полного демонтажа доменной печи с последующим монтажом 800 т сложных металлических конструкций.

Здесь был проведен монтаж дымовой трубы при помощи крана новой конструкции, позволившего выполнить строительство трубы высотой 100 м за 16 дней, т. е. в 3 раза быстрее, чем при применении наиболее передовых из известных до сего времени методов монтажа.

Здесь на основе предварительных теоретических расчетов и лабораторных исследований была осуществлена «статическая» наладка электротехнических устройств.

Впервые в нашей стране были применены в промышленном масштабе асбестоцементные волнистые плиты специального профиля для заполнения стен и покрытия кровли ряда цехов завода «Запорожсталь».

При восстановлении листопрокатных цехов большое развитие получили передовые методы восстановления металлических конструкций промышленных цехов без демонтажа.

Новые методы организации строительного монтажа работ позволили тресту «Запорожстрой» и многочисленным специализированным организациям Министерства строительства предприятий тяжелой индустрии выполнить в 1947 г. огромный объем работ.

Вождь народов товарищ Сталин в приветственной телеграмме на имя строителей, монтажников и металлургов «Запорожстали» писал:

«Советский народ высоко оценит самоотверженный труд рабочих, инженеров и техников, успешно справившихся с восстановлением первой очереди завода «Запорожсталь».

Ваша работа показывает, как советские люди, применяя передовые социалистические методы труда, решают большие и сложные задачи по возрождению предприятий, разрушенных немецкими оккупантами».

Книга лауреата Сталинской премии инж. Н. И. Лукашкина рассказывает о том, как коллектив Запорожстроя, применяя передовую советскую строительную технику, восстановил первую очередь завода «Запорожсталь» — жемчужины южной металлургии.

Эта книга не претендует на исчерпывающий показ многогранного опыта славного коллектива, она рассказывает лишь о главных найденных и широко примененных новых технических решениях, обогативших советскую строительную индустрию.

В этой работе отсутствует также анализ экономических показателей, который следует осветить при дополненном издании на основании опыта продолжающейся работы по восстановлению второй очереди завода.

Перед восстановителями южной металлургии стоят грандиозные задачи, им еще нужно поднять из пепла и руин ряд доменных и мартеновских печей, коксовых батарей и прокатных цехов.

Применение передовых методов строительства обеспечит возрождение этих объектов в короткие сроки, на высоком техническом уровне. В этом большом деле всем строителям и монтажникам Юга неоценимую помощь окажет опыт восстановителей завода «Запорожсталь», освещенный в книге лауреата Сталинской премии инж. Н. И. Лукашкина.

Редакция

ВВЕДЕНИЕ

1. Завод «Запорожсталь» до войны

Строительство металлургического завода «Запорожсталь» им. Серго Орджоникидзе было начато в 1931 г.

Первоначально он входил в состав Днепровского комбината, объединявшего все металлургические предприятия, строившиеся в непосредственной близости к ДнепроГЭС, а в 1940 г. был выделен из комбината.

Среди металлургических заводов СССР и Западной Европы Запорожский металлургический завод им. Серго Орджоникидзе был одним из самых современных по техническому оснащению, отличаясь в то же время красотой планировки и архитектуры сооружений.

Все основные производственные цехи были решены в металле с кирпичным заполнением стен. Вся площадка завода была канализована, озеленена и снабжена усовершенствованными асфальтобетонными дорогами и асфальтовыми отстойниками у цехов. Вопросам озеленения и благоустройства придавалось исключительное значение, так как завод размещен на площадке с лессовидными грунтами.

Строительство этого крупнейшего по масштабам производства завода к началу Отечественной войны еще не было целиком закончено, и он работал не на полную проектную мощность, хотя в эксплуатации уже находилось большое количество агрегатов и вспомогательных цехов.

Прокатный цех был полностью оснащен производственными агрегатами, что позволило заводу уже в то время занять среди других заводов СССР ведущее место по выпуску листового проката.

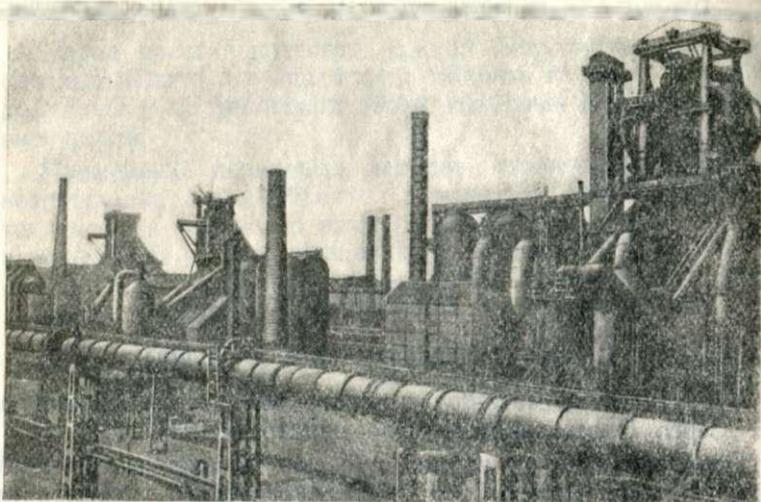


Рис. 1. Доменный цех завода до войны (на переднем плане доменная печь № 3 объемом 1300 м³)

Удельный вес завода «Запорожсталь» по выпуску основных видов металлургических изделий в системе Министерства черной металлургии в 1941 г. уже составил значительную долю, в особенности по выпуску качественной листовой стали.

Доменный цех (рис. 1) состоял из трех действующих доменных печей: № 1 — полезным объемом 950 м³ (введенной в действие в 1933 г.), № 2 — того же объема (введенной в действие в 1934 г.) и № 3 — объемом 1300 м³ (введенной в действие в 1938 г.).

В октябре 1941 г. должно было закончиться строительство мощной доменной печи № 4 (объемом 1300 м³). С вводом в действие этой печи полностью завершалось строительство доменного цеха.

В состав доменного цеха входили: рудный двор, оборудованный двумя рудно-козловыми кранами пролетом 76,2 м, две разливочные машины производительностью по 1100 т чугуна в сутки, установка по гранулированию шлака и ряд других вспомогательных объектов. Сырьем для печей служили железная руда Криворожского железорудного бассейна, нико-

польская марганцевая руда, известняки Балаклавского и Еленовского месторождений и кокс мощного коксового завода, построенного одновременно и рядом с металлургическим заводом «Запорожсталь».

До войны мартеновский цех состоял из десяти работающих стационарных печей, двух мартеновских печей, находившихся в стадии строительства, миксерного отделения с миксером на 1300 т, шихтового двора, стрипперного отделения, отделения подготовки изложниц и шлакового двора. Все указанные основные цехи были решены в металле.

В состав завода входило два прокатных цеха (горячей и холодной прокатки), оборудованных новейшими уникальными агрегатами, какими не располагали крупнейшие заводы Европы.

Конечную продукцию завода составлял стальной горячекатаный лист толщиной от 25 до 1,6 мм и холоднокатаный лист толщиной от 1,5 до 0,3 мм, необходимый для автотракторной промышленности. Цех горячей прокатки представлял собой одноэтажное многопролетное здание с металлическим каркасом. Во всех пролетах были расположены подкрановые пути для мостовых кранов грузоподъемностью до 75 т. Заполнение стен — кирпичное. Ширина основных пролетов — от 27 до 33,3 м. Освещение — боковое и верхнее. Общая площадь застройки цеха — 121 900 м², объем — 2 215 500 м³. Длина цеха — 1 028 м.

В цехе были размещены следующие станы.

а) С л я б и н г, спроектированный советскими специалистами, построенный и смонтированный Ново-Краматорским машиностроительным заводом. Стан был запроектирован для прокатки стальных слитков мартеновского цеха развесом от 4,5 до 15 т в слябы (заготовку, идущую для дальнейшей раскатки в листовые станы), толщиной 65—300 мм, шириной 600—1500 мм и длиной 1000—4500 мм.

Строительство слябинга было закончено в 1937 г.

Нагревательный пролет стана был оборудован восемью группами нагревательных колодцев по четыре ячейки в группе. Управление перекидными клапанами и передвижение крышек были полностью механизированы. Колодцы отапливались доменным газом.

Цех имел отдельное моторное помещение, скрапной пролет и два поперечных пролета для склада слябов, оборудован-

ных сталкивателями и конвейерами для передачи слябов среднелистовому и тонколистовому станам.

б) Среднелистовой стан для проката листов толщиной от 25 до 6 мм, установленный в северном продольном пролете цеха.

в) Непрерывный тонколистовой стан для прокатки горячего листа толщиной от 6 до 1,6 мм, установленный в продольном пролете параллельно среднелистовому стану.

Это был единственный в Европе тонколистовой автоматический стан непрерывной прокатки, состоящий из десяти рабочих клетей, двух окалиноломателей и обжимного пресса, расположенных в одну линию и соединенных рольгангами.

Стан, смонтированный Краматорским машиностроительным заводом, был введен в эксплуатацию в 1938 г.

Обслуживающие стан установки были расположены в отдельных параллельных пролетах:

а) печной пролет — с тремя нагревательными рекуперативными методическими печами типа «РОСТА»; для подогрева слябов печи отапливались смесью доменного и коксового газа;

б) моторный пролет — машинный зал, в котором были сосредоточены все моторы главных приводов стана и преобразовательные электрические машины;

в) пролет отжига листов с непрерывной отжигательной печью;

г) два пролета отделки листов с травильным отделением, дрессировочными клетями, ножницами, правильными машинами и другим оборудованием;

д) пролет склада листов.

Цех холодного проката листа (рис. 2) располагался в отдельном здании, связанном с цехом горячего проката листа подземным туннелем для подачи рулонов горячекатаного листа от моталок тонколистового стана. Общая строительная характеристика здания та же, что и здания цеха горячего проката. Длина цеха — 515 м, наибольшая ширина — 168 м. Площадь цеха — 66 000 м².

Цех состоял из следующих основных отделений:

а) пролета непрерывного травления, оборудованного двумя линиями непрерывного травления, состоящими каждая из четырех травильных и двух промывных ванн с подающими

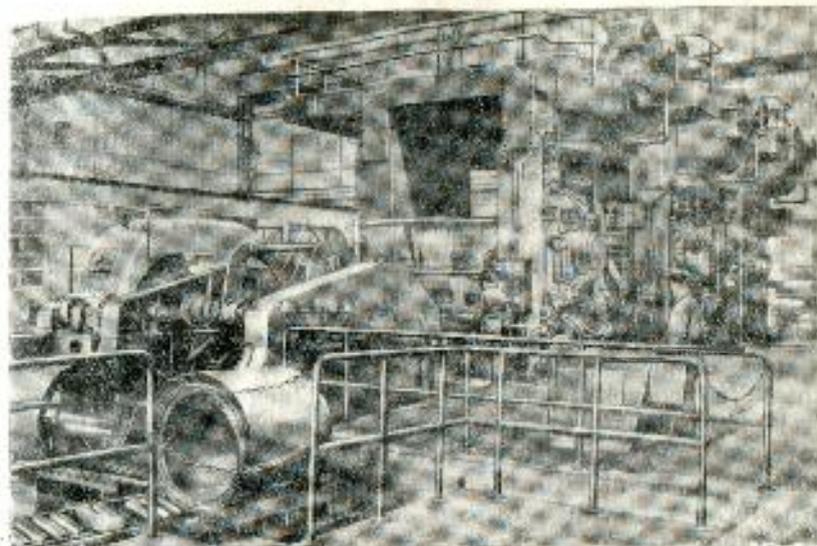


Рис. 2. Стан Тандем до войны

отводящими транспортными устройствами и шивными машинами;

б) двух пролетов склада травленых рулонов, оборудованных ножницами для поперечной резки травленых рулонов на листы;

в) пролета станом, где были установлены два стана холодной прокатки листов: с тремя четырехвалковыми клетями и реверсивный четырехвалковый;

г) двух пролетов летучих ножниц, вспомогательных цехов, складов и мастерских;

д) термического отделения для отжига листов с 12 мурфельными и 10 колпаковыми печами;

е) двух пролетов дрессировочного отделения с двумя дрессировочными клетями, 2 180-мм станом, двумя четырехвалковыми дрессировочными клетями, ножницами и другим оборудованием;

ж) склада готовых листов и пролета отправки готовой продукции.

Цех был построен и введен в действие в 1939 г.

Электрохозяйство. Заводы «Запорожсталь» и Запорожский коксохимический получали электроэнергию от кольца двух систем — «Днепроэнерго» и «Донэнерго» — через главную понизительную подстанцию М. Кроме того, на случай дефицита электроэнергии в период «малой» воды и аварий параллельно на заводе «Запорожсталь» был установлен на ТЭЦ — ТВС собственный турбогенератор мощностью 25 мвт. В период загрузки турбогенератор отдавал свою мощность ближайшим потребителям доменного цеха, ТВС в систему Днепроэнерго через подстанцию М.

Паросиловое и воздуходувное хозяйство завода было сосредоточено на ТЭЦ — ТВС. Парокотельное хозяйство состояло из пяти котлов общей производительностью 440 т пара в час при давлении 30—32 ат. Топливом для котельной служила угольная пыль, приготовлявшаяся на шаровых мельницах. Котлы были оборудованы таким образом, что могли также работать на доменном газе в случае его избытка.

Питательная вода подготавливалась на пермутитовой водоочистке производительностью 350—400 т/час.

Воздуходувное хозяйство состояло из четырех воздуходувок, размещенных в машинном зале ТЭЦ — ТВС, из которых три турбовоздуходувки производительностью по 2 500 м³/мин и одна — 4 100 м³/мин при давлении 1,8 ат.

Водоснабжение. Металлургический завод имел три мощные водонасосные станции. Береговая насосная станция первого подъема подавала воду из р. Днепр и была оборудована шестью насосами общей производительностью 13 200 м³/час.

Главная насосная завода имела 14 насосов общей производительностью 14 500 м³/час, причем два насоса были оборудованы паровыми резервами.

Насосная листопрокатных цехов была оборудована пятью насосами производительностью 2 500 м³/час.

Газоснабжение. Газ от доменных печей № 1 и 2 поступал на газоочистку № 1, оборудованную скрубберами, дезинтеграторами и водоотделителями, общей производительностью 360 000 м³/час. Доменный газ печи № 3 поступал на газоочистку № 2, на которой было установлено пять блоков

очистки с дезинтеграторами общей производительностью 300 000 м³/час.

Для снабжения газом мартеновского и листопркатного цехов была построена центральная газосмесительная станция, оборудованная двумя бустерами коксового газа по 50 000 м³/час и диспетчерским щитом управления. Для повышения давления газа в листопркатных цехах имелась дополнительная газоповысительная станция с четырьмя бустерами производительностью 100 000 м³/час.

По всей территории завода была проложена сеть газопроводов диаметром до 3 000 мм, по которой в производственные цехи подавался доменный и коксовый газ.

В состав завода «Запорожсталь» входил ремонтно-механический завод для производства эксплуатационного ремонта агрегатов с цехами:

- а) сталелитейным площадью 5 830 м²,
- б) чугунолитейным площадью 8 480 м²,
- в) цветного литья,
- г) кузнечным,

д) механическим площадью 8 200 м², а также компрессорная, модельный цех, котельная, электромонтажные мастерские и другие вспомогательные цехи и службы.

Запорожский коксохимический завод до войны имел в своем составе четыре действующие коксовые батареи и ряд химических цехов.

2. Разрушения завода

В период оккупации немецко-фашистские захватчики подвергли завод варварскому разрушению.

Все доменные печи, здания и сооружения были взорваны или сожжены.

В результате взрыва доменная печь № 1 осела на 2,0 м и наклонилась, печь № 2 обрушилась на литейный двор, печь № 3 наклонилась в сторону пылеуловителей, а верхняя часть доменной печи № 4, начиная от мораторного кольца, упала на железнодорожные пути цеха.

При падении доменные печи уничтожили здания литейных дворов, повредив их фундаменты. Машинные помещения скиповых подъемников были разрушены при падении мостов



Рис. 3. Взорванный цех холодной листоотделки

наклонных подъемников в результате подрыва их пилонов. Рудные краны упали после взрыва длинных катучих опор.

Здание, в котором помещались разливочные машины, при обрушении их накренилось на 2,5—4,0 м и сместилось на 1,0 м в плане. В металлических каркасах мартеновского и листопрокатных цехов были подорваны все колонны внутренних рядов на высоте от 0 до 5 м от уровня пола. Падая, колонны увлекали за собой стропильные фермы и кровлю зданий, изгибая стель соседних внешних рядов, наклоняя их внутрь пролета и повреждая фундаментные болты.

К началу восстановительных работ территория этих цехов представляла собой хаотическое нагромождение деформированных и разрушенных металлических конструкций зданий, засыпанных осколками стекла, обломками бетона и кирпича (рис. 3).

Все дымовые трубы были повалены. Железнодорожные пути на всем протяжении либо взорваны, либо разобраны.

Надземные энергетические коммуникации на значительном протяжении разрушены путем подрыва опорных колонн.

Котлы № 1 и 2 и здание главного корпуса турбовоздуходувной станции и ТЭЦ в пределах этих котлов были разрушены вместе с пятиэтажными бытовыми помещениями и торцевой стеной здания. Здание и сооружения насосной станции первого подъема на берегу р. Днепр, включая водоприемные сооружения, — подорваны.

Сохранились лишь здания цеховых подстанций, частично ТЭЦ, ремонтно-кузнечного цеха, газоочистка № 2, а также два здания вспомогательного назначения.

Не были разрушены фундаменты оборудования и зданий, а также подземные туннели и коммуникации. Однако эти сооружения в период оккупации пришли в такое состояние, что в процессе восстановления завода потребовали производства значительных строительных работ.

На коксохимическом заводе были взорваны все коксовые батареи, железобетонная угольная башня, транспортные мосты, кран-перегрузчик угольного склада и сожжены все производственные и бытовые помещения завода.

Все многоэтажные жилые здания заводских поселков были также разрушены и сожжены.

3. Восстановление

По решению правительства в 1947 г. должны были быть введены в строй:

доменная печь № 3 объемом 1 300 м ³ —	в июне,
два котла и две турбовоздуходувки —	в июне,
слябинг	— в июле,
тонколистовой стан	— в августе,
цех холодной прокатки листа	— в сентябре.

Ввод в эксплуатацию этих цехов потребовал восстановления связанного с ними энергохозяйства завода, состоявшего из главной понизительной подстанции, главного распределительного устройства и 13 цеховых электроподстанций; водопроводных устройств в составе береговой насосной и насосных заводов; газоснабжения и прочих вспомогательных цехов.

На коксохимическом заводе должна была быть пущена в ноябре одна коксовая батарея.

При восстановлении завода «Запорожсталь» и Запорожского коксохимического завода велась тщательная проверка

правильности и целесообразности решений, принятых в до-военных проектах. В ряде случаев проекты подверглись существенным изменениям и дополнениям либо были приняты совершенно новые решения. Эти изменения вызваны следующими причинами:

а) особыми условиями строительства и опытом эксплуатации сооружений в условиях лессовидных грунтов Запорожья;

б) необходимостью улучшения условий обслуживания и эксплуатации технологических агрегатов;

в) установкой нового оборудования, изменением и улучшением технологических процессов.

Поставленная перед строителями задача, исключительно важная по своему практическому значению для промышленности и огромная по физическим объемам выполнения, как показал опыт 1947 г., блестяще решена.

Все цехи были пущены в установленные сроки.

Одновременно с восстановлением и пуском завода «Запорожсталь» восстановлена и введена в действие 27 ноября 1947 г. коксовая батарея № 3 Запорожского коксохимического завода. В 1947 г. трестом «Запорожстрой» введено также в эксплуатацию 55 410 м² жилой площади.

Глава I

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Огромный масштаб работ, не имевший примера ни в до-военной практике строительства черной металлургии, ни в практике восстановительных работ, потребовал для своего осуществления в сжатые сроки новых методов организации строительства.

Основой этой новой организации являлись:

1. Концентрация людских и материальных ресурсов на пусковых объектах в последовательности ввода объектов в эксплуатацию.

2. Совмещение во времени производства строительных монтажных работ и разборки завалов.

3. Последовательное применение принципов крупноблочного монтажа и подъема сооружений.

4. Организация хорошо технически оснащенных центральных мастерских треста и специализированных организаций для изготовления деталей и отдельных узлов, что дало возможность ускорить строительство и монтаж, сводя его в значительной части к сборке готовых узлов и блоков.

5. Тщательная предварительная разработка технологии ведения строительных и монтажных работ с разделением сложных строительных процессов на простые, что позволило с наибольшей эффективностью использовать труд неквалифицированных рабочих.

6. Максимальная механизация работ.

7. Применение новых методов производства работ с использованием опыта других передовых строек.

8. Применение новых эффективных конструкций и деталей.

9. Организация работ по совмещенному суточному графику.

10. Организация диспетчерской системы управления и оперативной круглосуточной проверки исполнения.

11. Организация непосредственно на строительной площадке проектных бригад, оперативно разрешающих все вопросы, возникающие в процессе строительства, связанные с заменой недостающих материалов, оборудования и выявляющимися ошибками в проектах.

12. Взаимопомощь, слаженная и согласованная работа строителей, монтажников цехов и технического аппарата завода.

13. Организация индивидуального, группового и участкового развернутого социалистического соревнования.

Восстановление завода «Запорожсталь» осуществлял одновременно целый ряд строительного-монтажных управлений и специализированных организаций. Все эти организации в оперативной работе были подчинены тресту «Запорожстрой», который планировал и координировал их действия.

Наряду с квалифицированными монтажниками и электриками, прибывшими по распоряжению Министерства строительства предприятий тяжелой индустрии, на стройке работали выпускники ФЗО и большое количество рабочих не знакомых со строительным делом.

Наряду с строительством пусковых цехов происходило массовое обучение кадров строительным специальностям.

Кроме того, в строительстве принимали участие многие цехи металлургического завода «Запорожсталь» и значительное количество проектных организаций.

Такой концентрации сил и средств не было ни на одной стройке.

1. Суточный совмещенный график

Известный строителям директивный график не обеспечил ежемесячного пуска крупнейших комплексов цехов и наилучшего использования специализированных организаций, ибо просчет в несколько дней на одном объекте или принятие ошибочного решения привели бы к срыву срока не только по данному цеху, но и по всем последующим цехам, интервалы в пуске которых были в один месяц. Строительство было проведено в точно установленные сроки, чему способствовало внедрение суточного графика работ, предусматривающего задания на каждые сутки всем участникам строительства, с учетом особенности работ каждой организации. Суточный график создавал возможность совмещенного по времени ведения работ на одном и том же объекте строителям, механикам, электрикам и другим многочисленным профессиям.

На строительстве станového пролета тонколистового цеха в июле работал одновременно ряд организаций, имеющих рабочих свыше 30 специальностей: бетонщиков, каменщиков, стекольщиков, маляров, монтажников, трубопроводчиков и др. Работы велись круглосуточно: на крыше стеклили фонари, под крышей шла окраска металлических конструкций, монтировали мостовые краны, проводили электроосвещение, вдоль стен укладывали паровые, водяные и воздушные магистрали. На фундаментах в это время производили монтаж прокатного стана, электромоторов, насосов, укладывали полы, а под землей, в железобетонных подвалах длиной до 200 м, вели сложный монтаж централизованной системы смазки, снабжающей 13 тыс. подшипников прокатного стана, прокладывали кабели и канализация.

Составлялись укрупненные графики на весь объем работ с распределением по месяцам. Кроме того, на каждый месяц составлялся график с суточными заданиями по каждому виду работ. Для этого подсчитывались объем работ, необходимый

для их выполнения, материалы и люди. Переход на суточное планирование для участка производителя работ, мастера и бригады создавал ответственность всех строителей без исключения, так как каждый работник имел ясное и четкое задание не только на весь объем работ, но и на сутки.

На большинство видов работ задания определялись на каждые сутки. Это относилось к работам: земляным, разборке завалов, бетонным, железобетонным и арматурным, кладке кирпичной, бутовой и шлакоблочной, укладке железно-дорожных путей, балластировке, трубопроводным работам, укладке кабеля и части монтажных работ.

Если, например, на укладку 90 м^3 бетона в фундамент отводится трое суток, то при абсолютно точном планировании, в зависимости от условий, посуточная разбивка может быть, например, 20, 30 и 40 м^3 . Практически допускатся планирование среднесуточное. В данном случае $\frac{90}{3} = 30 \text{ м}^3$. Такая погрешность не имеет большого значения, так как на протяжении недели, тем более декады, как показал опыт, неточности суток выравниваются.

Гораздо сложнее было планировать монтажные работы.

Такие работы, как монтаж механического оборудования и металлических конструкций, должны были бы также путем расчленения всей работы на составные элементы планироваться посуточно. Однако включение в трестовский график многих тысяч наименований привело бы к крайнему осложнению контроля и учета работ. Поэтому осуществлялось следующее решение:

а) Определялось время, необходимое для монтажа более крупных узлов, исходя из нормативов и практического опыта, а также, и это главное, из возможного выделения времени на эту работу.

Отдельные контролируемые сроки брались минимально короткими, но необходимые для завершения работы по узлу. Это практически составляло 3—7 дней; по отдельным позициям сроки доходили и до 25 дней (в этих случаях усиливался контроль на месте).

б) Монтажные организации, кроме общего трестовского графика, составляли свои рабочие детальные графики-задания для мастеров и бригадиров, в которых задания становились суточными.

Суточный график учитывает, с одной стороны, максимальное совмещение по времени работ разных специальностей по одному и тому же цеху или узлу, с другой стороны, — технологическую последовательность ведения работ, с тем, чтобы одна группа людей не мешала другой и готовила фронт смежникам.

Графики печатались типографским способом в виде небольших карманных книжек. Такие книжки имел у себя каждый производитель работ, мастер, партийный, профсоюзный работник и представители местных газет. Таким образом руководители, и партийные организации, и вся общественность могли в любое время контролировать выполнение графиков, следить за ходом соревнования отдельных бригад и участков и в нужный момент содействовать усилению темпов работ.

Стремление сконцентрировать силы на пусковых объектах нашло свое наилучшее и технически обоснованное выражение в суточном графике. Благодаря тому что график устанавливал ежесуточную работу на каждом узле или агрегате, определялась техническая возможность максимального использования календарного времени путем одновременной работы различных специалистов. Если не было возможности выполнить задание в одну смену, планировалась работа в две и три смены. Поэтому не случайно на строительстве разных цехов нередко работало одновременно до 10 и даже 13 тыс. человек. Именно суточный график технически определял предельную концентрацию материальных и людских сил на пусковом объекте и обуславливал высокие темпы работ, совмещая по времени работы многочисленных смежных организаций.

Форма суточного графика непрерывно совершенствуется и направлена к наибольшей детализации заданий и увеличению возможностей каждодневной их проверки.

Принципиально важным является порядок разработки графика.

График не должен составляться только аппаратом треста ибо в нем тогда не будут учтены детали обстановки и особенности восстановительных работ. График не должен составляться только на участках, ибо каждый из них может исходить из условий только своей работы без увязки с работой смежников. График—это результат коллективной работы инженеров, мастеров и производителей работ треста и участков. Произ-

водственный отдел треста составляет директивный график, в котором, исходя из правительственных пусковых сроков, предусматриваются укрупненные сроки выполнения отдельных узлов сооружения, разных видов работ и их увязка между собой.

После этого, каждый участок, исходя из директивного графика, разрабатывает свои рабочие графики с точным подсчетом объемов работ по каждому узлу, с разбивкой заданий на сутки, привлекая к этому производителей работ, мастеров и бригадиров.

Эти рабочие детальные графики участков вновь сводятся трестом в один, который корректируется с учетом работы смежников и утверждается руководством треста. Такой график уже максимально предусматривает все стороны работы и, как правило, исключает неожиданности.

Графики монтажных работ составляются с участием завода-заказчика, ответственного за поставку оборудования, а также за поставку чертежей. Это увязывает работу многочисленных поставщиков оборудования и чертежей с работой стройки и обеспечивает реальное выполнение графика в этой части. Таким образом для стройки и завода график становится предметом совместного обсуждения, что особенно важно, так как завод должен увязать свой график с поставщиками оборудования.

Но этим не исчерпываются значение и роль графика. График обнаруживает возможность использования различной техники, передовые и отсталые методы работы, хорошую и плохую организацию производства.

Участие в разработке графика большого коллектива руководящих работников, мастеров и производителей работ стройки, связанных с рабочим коллективом, способствовало более широкому использованию транспортеров, пневматического инструмента, легких подъемных кранов, типового инвентаря и т. п., чем это предусматривалось проектами организации работ, и в результате техника строительства значительно улучшилась.

Так, например, на строительстве градирен, где надо было забить 20 т оцинкованных гвоздей, в процессе рассмотрения графика было предложено применять пневматические молотки для забивки гвоздей, что увеличило в 3—4 раза производительность труда на этой работе.

Одной из особенностей восстановительного строительства является возникновение многочисленных работ, не учтенных проектом. Составление и детальное рассмотрение суточных графиков с мастерами и производителями работ в значительной мере помогает в ранние сроки установить необходимость этих работ, и, таким образом, стройка получает возможность заранее подготовиться к их выполнению. Кроме того, в процессе составления суточных графиков возникают буквально тысячи мелких и крупных технических вопросов, не предусмотренных проектом и требующих быстрее разрешения. Все это способствует индустриализации строительства и переходу к крупноблочному монтажу. Наряду с суточным графиком стройка должна иметь план работ на год, на квартал, на месяц—план, определяющий перспективу, переход с одного объекта на другой и поточность в работе.

Запорожстрой коренным образом изменил метод концентрации сил строителей. Обычно в практике при переходе с объекта на объект переводят рабочих из одного строительного участка на другой, например, с Доменстроя на Прокатстрой и т. д. При этом дезорганизуются сработавшиеся коллективы, меняются мастера и производители работ, что отрицательно сказывается на результатах работ.

Запорожстрой от такой практики отказался. На пусковом объекте работа распределяется по многим строительным и монтажным участкам, сходным по своему профилю и специальности. Например, Прокатстрой работал на строительстве доменной печи, а Metallургстрой—на строительстве прокатного цеха, где каждый имел свой участок работ и полностью отвечал за сроки, качество и ввод в действие.

Такой метод давал возможность в 3—5 дней сконцентрировать на объекте большие силы организованных строителей, имеющих свои механизмы, приспособления, свой аппарат снабжения и свой хорошо сработавшийся технический персонал. Люди копили опыт, передавали его с объекта на объект, совершенствовали методы труда.

Например, прорабскому участку т. Бубыря, находящемуся в системе стройуправления Metallургстрой, в январе было поручено строительство насосной станции для обеспечения водой доменной печи и ТЭЦ, которое было закончено в июне; в течение июля и августа этот же прорабский участок строил следующую насосную— для обеспечения водой прокатных

цехов; в октябре и ноябре он же построил насосную станцию, обеспечивающую водой коксохимический завод. С т. Бубыря работали одни и те же монтажники, электрики и трубопроводчики из специализированных организаций. Можно смело сказать, что последняя насосная по качеству работ превзошла первые, а проявленные при этом организованность и темпы представляют собой классический образец четкой работы по графику.

Практика работы Запорожстроя опровергла существовавшее убеждение, что в период пуска объекта должна падать выработка на стройке. Не только теоретически, но и практически, на опыте Запорожстроя доказано, что в период работы на пусковых объектах выработка и производительность труда не только не падали, но неизменно повышались. За 1947 г. выработка на одного обезличенного рабочего на стройке выросла на 30% по сравнению с 1946 г.

Со времени перехода на суточное планирование Запорожстрой начал быстро набирать темпы и с марта выполнять программу. График внес неведомые до сих пор четкость и ритм в работу, позволил улучшить взаимодействие всех частей огромного механизма стройки.

2. Контроль графика и диспетчеризация строительства

Наличие графика само по себе еще не обеспечивает успеха. Самый лучший график может остаться пустой бумажкой, если в его выполнении допустить самотек. Необходим постоянный оперативный контроль его выполнения. Правильная организация проверки исполнения имеет решающее значение.

Участие в строительстве целого ряда строительно-монтажных организаций, многих отделов треста, транспортных цехов, предприятий по производству строительных материалов, связь с заводами-заказчиками, объемы и темпы работ потребовали иной организации управления строительством, организации контроля за производством и особенно за выполнением суточных графиков. На строительстве была организована диспетчерская система управления.

Диспетчеризация строительства сводится к следующему:

а) контроль за суточным графиком строительства и оперативная работа по его выполнению;

б) контроль за графиком снабжения стройки и ее участников изделиями, материалами, транспортом, механизмами и кадрами;

в) решение оперативных технических и других вопросов работы стройки.

В тресте был создан производственный отдел, в задачи которого входит подготовка строительного производства; разработка на основе проекта организации работ графиков, разработка вопросов материального и технического снабжения и максимального использования передовой техники при их выполнении, руководство ходом производства и оперативный контроль, а также контроль за выполнением всех графиков.

Инженеры-диспетчеры треста ежедневно проверяли выполнение графиков строительства, одновременно решая своими силами или через руководство треста возникающие на участках вопросы.

Проверку выполнения графиков на своих участках вели начальники участков, производители работ и мастера, и каждый из них должен был отчитаться в выполнении графика.

Управляющий трестом вместе с директором завода ежедневно в определенные часы проверял выполнение графиков участками стройки и цехами завода.

Такая система контроля создала ответственность всего персонала и дала возможность быстро, в процессе проверки, решать возникающие на восстановительном строительстве новые вопросы и преодолевать различные трудности.

Для того чтобы облегчить ежедневную проверку выполнения многочисленных позиций графика, в дополнение к нему был разработан сводный журнал суточного учета. Этот журнал содержит сведения о темпах работы, выполнении физических объемов работ, движении рабочей силы в целом и на каждом участке на данном объекте, сигнализирует о затруднениях, возникающих на участках, и таким образом способствует наиболее тщательному контролю выполнения суточного графика.

Введение журнала суточного учета явилось серьезным дополнением к суточному графику и способствовало его контролю.

В тресте создано диспетчерское бюро, которое возглавляется главным диспетчером треста. Бюро состоит из инженеров-диспетчеров, работающих посменно, круглосуточно, и операторов, ведущих учет и техническую работу. Большин-

ство текущих оперативных вопросов, возникающих на стройке, решается главным диспетчером и его аппаратом.

Производственный график не может базироваться на случайном снабжении, на случайном обеспечении механизмами и транспортом. Существующее на стройках положение, когда управляющий трестом, главный инженер, начальники участков и другой инженерный персонал слишком много времени уделяют получению и распределению материалов, не могло бы способствовать созданию материальной базы для суточного планирования производства, и на Запорожстрое от этого отказались.

Главный диспетчер за два дня до начала декады получает от всех участков заявки на материалы, механизмы, транспорт, изделия и полуфабрикаты и требования на различные услуги.

Исходя из заданий графика и полученных заявок, производственный отдел и главный диспетчер составляют на декаду, с разбивкой по суткам, график материального обеспечения всех участков стройки.

Графики снабжения материалами, механизмами, изделиями, автомобильным и гужевым транспортом рассматриваются главным инженером треста и утверждаются управляющим трестом.

После этого за день до начала декады всем участкам рассылаются выписки из декадного графика.

Если трест временно не располагает необходимым количеством материалов и механизмов, а отделы снабжения, главного механика, транспортный и др. не могут выполнить требований участков в планируемую декаду, в графике планируется только реальное обеспечение. Наличие и возможности к получению ресурсы закрепляются за главными пусковыми объектами.

Начальник участка, получив график снабжения, должен организовать работы так, чтобы избежать простоев, хотя бы для этого потребовалось заменить состав работ. Это дает возможность участку наиболее рационально использовать выделенные ресурсы и строить свою работу на реальной основе. Пусковые же объекты, как правило, материально полностью обеспечиваются.

Диспетчерский аппарат треста круглосуточно контролирует работу всех подсобных и вспомогательных предприятий и

цехов треста в части выполнения ими суточных графиков производства и отгрузки необходимых материалов и строительных полуфабрикатов.

Таким образом, суточное планирование и график организуют работу песчаного и каменного карьеров, кирпичного деревообделочного, шлакоблочного и центрального бетонного заводов, отдела снабжения, автомобильного, гужевого и железнодорожного транспорта, заставляют их напряженно работать и нести ответственность за материальное обеспечение стройки.

Равным образом производственный отдел планирует, а диспетчерское бюро контролирует график работы механизмов экскаваторов, кранов, компрессоров и других крупных машин. Возникающие в процессе работы на многочисленных участках и предприятиях треста неувязки, трудности и спорные вопросы в подавляющем большинстве случаев решаются диспетчерским аппаратом.

Ежедневно управляющий или главный инженер проводит диспетчерский рапорт-оперативку.

Диспетчерское бюро имеет свой коммутатор на 60 номеров, который связывает все участки и предприятия треста, а также имеет связь со всеми коммутаторами города и завода.

60 км проводов связывают предприятия в радиусе до 10 км, а диспетчера треста — со всеми предприятиями.

Коммутатор разработан и изготовлен силами треста.

Диспетчерская телефонная связь с коммутатором дает возможность одновременно участвовать в оперативке, слышать всех абонентов и каждому слышать весь ход оперативки.

На диспетчерской оперативке управляющий или главный инженер треста коротко проверяет итоги работы за предыдущие сутки, знакомится с очередными нуждами каждого участка, разрешает различные вопросы. Распоряжения и решения записываются диспетчером, и на следующий день рапорт начинается уже с доклада диспетчера о выполнении данных накануне распоряжений.

Диспетчерская связь создала возможность ежедневного общения участков с руководителями треста, благодаря чему производственные вопросы получали немедленное разрешение.

Диспетчерская система управления строительством способствовала созданию контроля за выполнением графиков строительства и материально-технического снабжения.

Таким образом, суточный график — это не только форма планирования, это — создание новых форм организации строительного производства, это — новая, проверенная на опыте система руководства строительством.

К этому следует добавить, что на строительный и пусковой период крупнейших объектов трестом создавались управления комплексов: одному из заместителей главного инженера треста поручалось руководство всем комплексом работ по строительству цеха и в его распоряжение выделялось 3—5 инженеров и плановик-учетчик. Имея права заместителя главного инженера треста, он на месте, от имени треста, вызывал практически работу всех организаций, являлся начальником строительства данного объекта.

Практика подтвердила огромное значение этих новых форм и методов руководства, благодаря которым создавались четкость в работе и ответственность каждого за порученное дело.

В конечном итоге отставание фактического пуска цехов от суточных графиков, определяющих сроки пуска, составляло примерно 10—20 дней и происходило, главным образом, из-за опробования и сдачи механизмов.

Так, пуск доменной печи намечался 20 июня 1947 г., фактически печь была пущена 30 июня; пуск слябинга вместо 20 июля по графику осуществлен 30 июля; тонколистовой цех пущен 30 августа вместо 18 августа; цех холодного проката — 28 сентября вместо 20 сентября; коксовая батарея вместо 7 ноября пущена 27 ноября.

3. Применение новых технических методов и материалов

Основной задачей Запорожстроя в организации строительства являлось максимальное сокращение времени. Установленные графиком сроки на отдельные виды работ были настолько жестки, что исключали возможность применения обычных методов ведения работ.

Поэтому при проектировании организации работ, при строительстве всех цехов и при всех специальных работах Запорожстрой стремился максимально осуществлять идею укрупненной, блочной сборки, которая давала возможность пере-

нести максимальное количество работ в цехи и мастерские, оставляя за стройкой лишь установку или монтаж уже готовых узлов.

Так, например:

а) По электромонтажу — изготовление и коммутация панелей и щитов были перенесены в мастерские. Ремонт и ремонт моторов проводились в цехах. На месте монтировались готовые узлы.

б) По механическому монтажу — крупные машины собирались целиком или по узлам и отдельными элементами устанавливались на места. Отдельные узлы системы смазки с давлением до 80 ат изготовлялись и собирались в мастерских.

в) По металлическим конструкциям — благодаря применению гидравлических домкратов, телескопических стоек, башенных, железнодорожных и гусеничных паровых и электрических кранов собирались и поднимались целые пролеты зданий вместе с колоннами, фермами и балками, общим весом до 800 т.

г) По сантехнике — целиком собирались, испытывались в мастерских и затем монтировались на месте узлы охлаждения доменной печи, отопления цехов и канализации.

д) По строительным работам — в зданиях и сооружениях промышленного и гражданского строительства был осуществлен переход на сборные перекрытия из прутковых металлических фермочек и по ним — сборными шлако- или железобетонными плитками, а также из сборных железобетонных балочек. Различные туннели и каналы делались сборными из железобетонных плит.

Щиты перегородок, столярные изделия, лестницы, площадки, ступени, перила и другие элементы зданий выполнялись сборными и устанавливались в готовом виде.

На строительстве прокатных цехов для обшивки фахверковых стен вместо кирпича широко применялись асбестоцементные плиты толщиной листа до 8 мм и площадью каждого листа до 2 м². Волнистое железо также заменялось усиленными волнистыми асбестоцементными плитами. Это ускорило работу, одновременно улучшая качество сооружения.

На строительстве цеха холодного проката и на ТЭЦ при утеплении крыш вместо шлака применяли готовый шлаковойлок.

Аналогично этому, на работы с готовыми узлами и элементами в значительной мере перешли работники других профессий: вентиляционники, работники по установке контрольно-измерительных приборов, трубопроводчики и работники теплоизоляции, начавшие широко практиковать предварительную заготовку отдельных блоков для изоляции.

Широкое применение технического оборудования: кранов грузоподъемностью от 300 кг до 45 т на железнодорожном ходу, гусеничных, автомобильных, башенных легких — переносных, общим количеством вместе с кранами ДИП более 100, компрессоров более 30, отбойных и перфораторных молотков, экскаваторов, тракторов и других специальных механизмов, — обеспечивало высокие темпы работ.

Глава II

ВОССТАНОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Восстановление первой очереди завода «Запорожсталь» потребовало производства демонтажа поврежденных металлических конструкций весом 23 510 т и монтажа отремонтированных и вновь изготовленных в количестве 48 597 т.

Этот громадный объем монтажных работ был выполнен в короткие сроки благодаря продуманной, четкой организации монтажа и оригинальным техническим решениям. Ниже приводим наиболее интересные из них.

1. Восстановление доменной печи № 3

Доменная печь № 3 имела следующие основные повреждения.

Из восьми опорных колонн печи четыре были разрушены, четыре — подорваны и нуждались в большом ремонте. Металлическая бронь горна фурменной зоны, запечников и шести поясов шахты (из десяти) была повреждена взрывами и требовала замены более чем на половину. Кроме того, кожух шахты получил наклон, при котором центр опорного кольца сместился относительно центра моратора на 157 мм. Наличие шихты, заполнявшей печь на 2/3 высоты, предохранило ее от полного опрокидывания (рис. 4).

Чтобы избежать дальнейших разрушений, в первую очередь был выполнен ряд работ, обеспечивших устойчивость доменной печи и сохранность поврежденных конструкций.

При помощи ребер было достигнуто временное усиление опорных колонн, подлежащих в дальнейшем замене, и отремонтированы уцелевшие колонны. После этого шахта печи была очищена от остатков зависшей шихты и обвалившейся футеровки и одновременно внутри, по высоте разрушенной части была установлена поддерживающая пространственная конструкция в форме восьмигранника. Вслед за этим были произведены работы по разделке и уборке «козла» весом более 1 500 т.

Установка внутренних поддерживающих конструкций и восстановление опорных колонн дали возможность произвести замену поврежденных листов кожуха.

Наиболее сложной задачей было устранение наклона шахты печи.

Решение этой задачи обычными методами потребовало

бы демонтажа и последующего монтажа 800 т металлоконструкций, мощного монтажного оборудования (башенного крана или деррика) и слишком продолжительного срока работ. Исключительная трудоемкость работ, связанная с большой потерей времени, заставила отказаться от обычного метода демонтажа и монтажа конструкций печи. Было принято совершенно новое в практике строительства доменных печей следующее оригинальное решение: разрезать кожух шахты в поперечном направлении, одну сторону поднять и образовавшуюся щель перекрыть двухсторонними накладками. При помощи вычислений было установлено место разреза и направление подъема — между шестым и седьмым рядами горизонтальных холодильников шахты.

Для подъема были использованы гидравлические домкраты, которые устанавливались между кронштейнами, приваренными к броне шахты по обе стороны разреза. Исходя из веса поднимаемой части 800 т и высоты подъема, было взято 8 таких домкратов мощностью в 100 — 200 т каждый. Эти домкраты располагались на одинаковом расстоянии по окружности шахты. Девятый домкрат (дополнительный) был установлен в месте наибольшего подъема кожуха (рис. 5). Для обеспечения устойчивости и предупреждения сдвига при подъеме верхней части шахты внутри и снаружи устанавливались ограничительные ребра (рис. 6) и, кроме этого, в верхней части устанавливались временные радиальные стяжки («пауки»).

После передачи нагрузки на домкраты, которые работали от одного гидравлического пресса, шахта была разрезана автогенем. Один участок длиной около 1,5 м в месте нулевого подъема был оставлен неразрезанным и служил как бы шарниром, вокруг которого производился подъем. Все прилегающие конструкции — наклонные газоотводы, переходные площадки на лифт и др., мешающие подъему (повороту), отсекали и устанавливали на временные опоры.

По одной общей команде заработали домкраты, и домна начала плавно подниматься. Во время подъема производились отсчеты высоты подъема и замеры, определяющие устранение наклона. Для этой цели на уровне мораторного кольца была сооружена площадка, на которой были нанесены теоретические радиусы и угол поворота. Из центра опорного кольца опускался отвес, показывавший эти величины. В образовав-

шей демонтажа и последующего монтажа 800 т металлоконструкций, мощного монтажного оборудования (башенного крана или деррика) и слишком продолжительного срока работ. Исключительная трудоемкость работ, связанная с большой потерей времени, заставила отказаться от обычного метода демонтажа и монтажа конструкций печи. Было принято совершенно новое в практике строительства доменных печей следующее оригинальное решение: разрезать кожух шахты в поперечном направлении, одну сторону поднять и образовавшуюся щель перекрыть двухсторонними накладками. При помощи вычислений было установлено место разреза и направление подъема — между шестым и седьмым рядами горизонтальных холодильников шахты.

Для подъема были использованы гидравлические домкраты, которые устанавливались между кронштейнами, приваренными к броне шахты по обе стороны разреза. Исходя из веса поднимаемой части 800 т и высоты подъема, было взято 8 таких домкратов мощностью в 100 — 200 т каждый. Эти домкраты располагались на одинаковом расстоянии по окружности шахты. Девятый домкрат (дополнительный) был установлен в месте наибольшего подъема кожуха (рис. 5). Для обеспечения устойчивости и предупреждения сдвига при подъеме верхней части шахты внутри и снаружи устанавливались ограничительные ребра (рис. 6) и, кроме этого, в верхней части устанавливались временные радиальные стяжки («пауки»).

После передачи нагрузки на домкраты, которые работали от одного гидравлического пресса, шахта была разрезана автогенем. Один участок длиной около 1,5 м в месте нулевого подъема был оставлен неразрезанным и служил как бы шарниром, вокруг которого производился подъем. Все прилегающие конструкции — наклонные газоотводы, переходные площадки на лифт и др., мешающие подъему (повороту), отсекали и устанавливали на временные опоры.

По одной общей команде заработали домкраты, и домна начала плавно подниматься. Во время подъема производились отсчеты высоты подъема и замеры, определяющие устранение наклона. Для этой цели на уровне мораторного кольца была сооружена площадка, на которой были нанесены теоретические радиусы и угол поворота. Из центра опорного кольца опускался отвес, показывавший эти величины. В образовав-

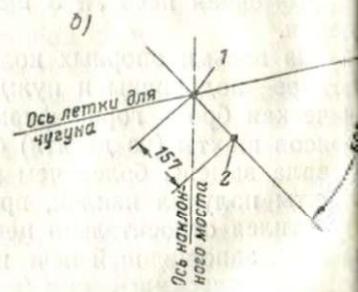
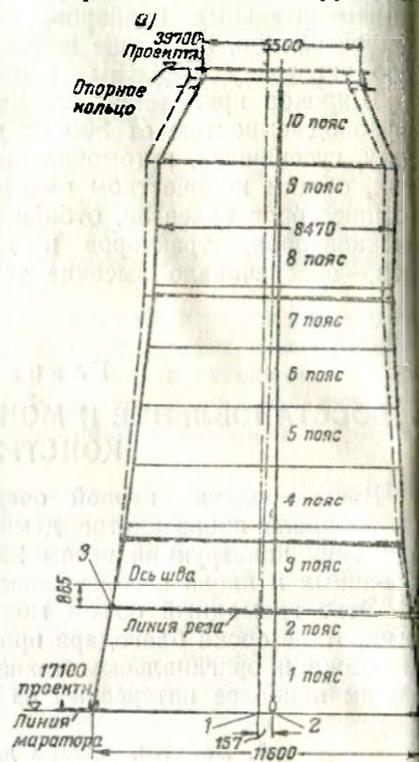


Рис. 4. Схема наклона шахты доменной печи № 3: а — общий вид кожуха; б — смещение проекции центра опорного кольца относительно центра моратора; 1 — центр моратора; 2 — проекция центра опорного кольца; 3 — условный центр поворота кожуха при подъеме; 4 — плоскость разреза кожуха; 5 — положение разрезанной верхней части кожуха после подъема

шюся во время подъема щель забивались клинья, что исключало возможность сдачи домкратов или отрыва кронштейна

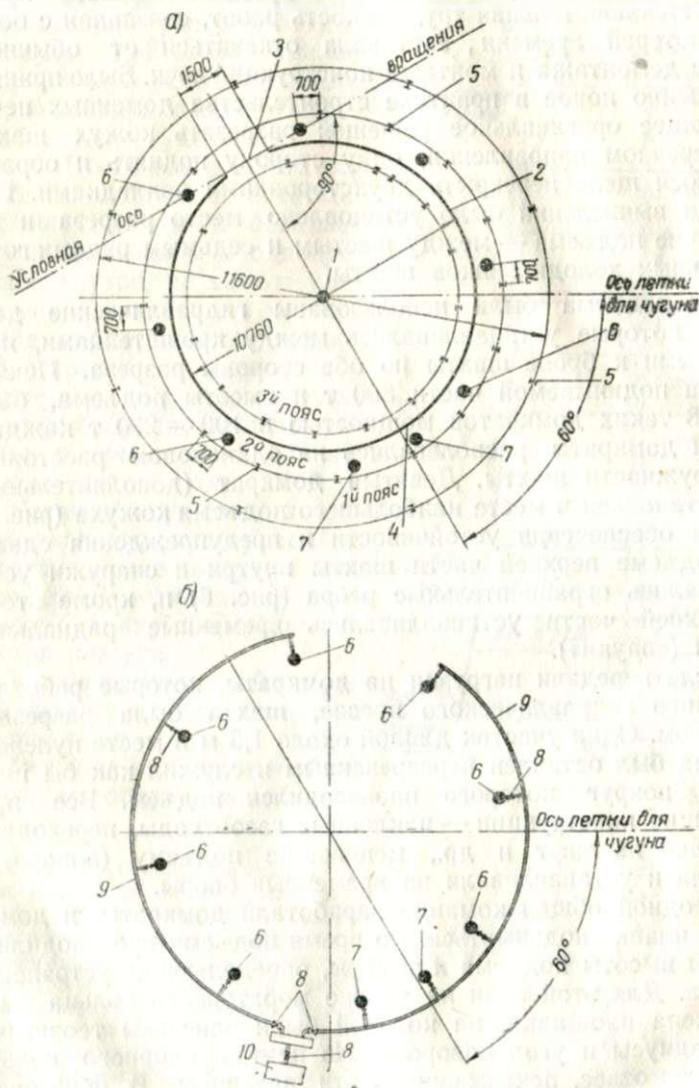


Рис. 5. Схема подъема доменной печи № 3: а — расположение линии реза и гидравлических домкратов; б — схема

при перегрузках. После того как печь была поднята на высоту 90 мм и величина эксцентриситета достигла 5 мм, подъем был прекращен.

Достигнутая точность центровки осей опорного кольца по отношению к центру мораторного кольца является небывалой в практике монтажа доменных печей, так как обычно эти допуски принимаются в 20 — 30 мм.

На подъем домы и устранение наклона было затрачено 5,5 часа. Все процессы, связанные с подготовкой к сдаче доменной печи под огнеупорные работы, выполнены за 12 календарных дней.

Осуществленный способ устранения наклона печи позволил сократить на 2 месяца эту работу и сэкономить около 1 млн. руб.

2. Восстановление угольной башни коксохимического завода емкостью 6 тыс. т

Построенная до войны на Запорожском коксохимическом заводе железобетонная угольная башня рамной конструкции с фундаментом в виде сплошной железобетонной плиты, усиленной мощными ребрами, была запроектирована с учетом особых условий, вызываемых лессовидностью грунтов Запорожской площадки. Она не обеспечивала надежной эксплуатации коксовых печей. Осадки железобетонной башни вследствие большого замачивания грунта производственными водами по величине и характеру существенно отличались от осадок смежных с ней коксовых батарей. Неравномерность осадок могла привести к разрушению конструкций железобетонной башни, о чем свидетельствовало появление в ней значительных трещин.

питания гидравлических домкратов; 1 — центр моратора; 2 — линия разреза кожуха; 3 — неразрезанный участок кожуха, служивший шарниром при подъеме верхней разрезанной части кожуха печи; 4 — место наибольшей высоты подъема — 90 мм; 5 — вертикальные стыки листов кожуха шахты; 6 — гидравлические домкраты грузоподъемностью 100 т, с кронштейнами типа II; 7 — гидравлические домкраты грузоподъемностью 200 т, с кронштейнами типа I; 8 — регулировочные краны; 9 — питающая сеть домкратов; 10 — гидравлический насос

Обычно строительство железобетонной башни занимает от полутора до двух лет и требует выполнения значительного объема трудоемких работ по устройству лесов и опалубки, установке арматуры, подаче и укладке бетона, доставке большого количества инертных материалов и т. п.

Во время войны угольная железобетонная башня была подорвана и полностью разрушена. Указанные выше недостатки конструкций железобетонной башни при работе ее на лессовидных грунтах, значительная продолжительность сроков возведения железобетонной башни и огромная трудоемкость работ заставили строителей коренным образом пересмотреть конструкцию башни. На основании анализа существующих отечественных и зарубежных железобетонных и металлических угольных башен было принято новое, совершенно оригинальное решение: осуществить конструкции уголь-

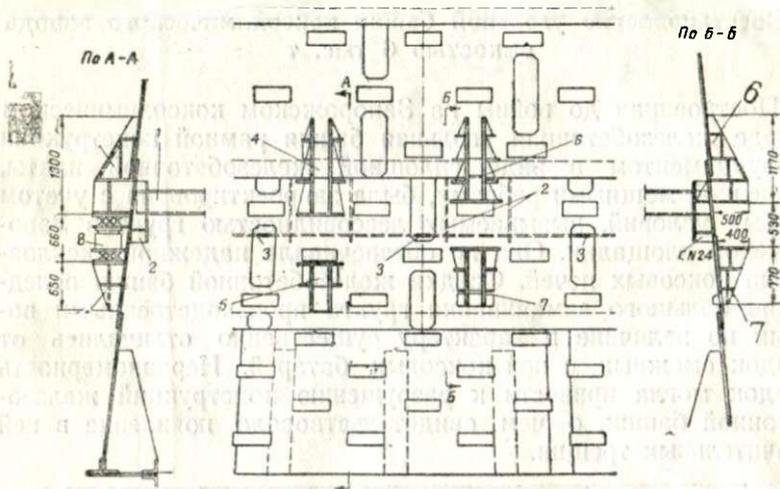


Рис. 6. Опорные кронштейны домкратов и крепления шахты: 1 — паук из швеллера № 30; 2 — ограничитель; 3 — клинья; 4 — верхний кронштейн типа I; 5 — нижний кронштейн типа I; 6 — верхний кронштейн типа II; 7 — нижний кронштейн типа II; 8 — гидравлический домкрат башни в виде металлических цилиндрических закромов и болтовых монтажных соединений, обеспечивающих скоростной высокоиндустриальный монтаж конструкции крупными блоками.

Трестом «Проектстальконструкция» был разработан проект угольной башни, имевшей следующую техническую характеристику.

Размер башни в плане — $45,7 \times 12,3$ м, отметка верха — 45,71 м. По высоте башня может быть разделена на три основные конструктивные части:

- а) нижнюю несущую высотой 18,9 м,
- б) среднюю часть, состоящую из четырех цилиндрических закромов угля, высотой 17,41 м,
- в) верхнюю часть — однопролетную надстройку, так называемую галерею, для размещения загрузочных транспортеров; в центре надстройки имеется двухэтажная часть, соединяющая башню с наклонным мостом.

П-образные рамы связаны продольными сварными балками, опирающимися на ригели и поддерживающими цилиндрические закромы и выпускные воронки. Ригели рам укладываются непосредственно на колонны, заканчивающиеся уширенной капителью. Такое решение позволило отказаться от клепки при монтаже и заменить ее болтовыми соединениями без ущерба для прочности и устойчивости сооружения. Принятые черные болты при действии горизонтальных нагрузок на раму работают только на растяжение. Это позволило отказаться от точного совпадения дыр, что упростило изготовление и монтаж элементов рам. Продольная устойчивость несущего каркаса обеспечивалась системой вертикальных связей.

Общий вес конструкций башни — 1 058 т. Все конструкции башни за исключением ригелей — сварные. Все монтажные соединения осуществлялись на болтах. Для предохранения металлоконструкций от коррозии было предусмотрено покрытие их устойчивыми красками. Проект предусматривал возможность устранения неравномерных осадков за счет подъема колонн гидравлическими домкратами при помощи специальных приспособлений, запроектированных в конструкциях башмаков.

Для монтажа металлоконструкций угольной башни был применен вантовый деррик грузоподъемностью 40 т, высотой 7,5 м со стрелой длиной 37 м, оборудованной клювом грузоподъемностью 15 т. Деррик был установлен на расстоянии 10 м от оси угольной башни. Применение такого деррика дало возможность произвести весь монтаж с четырех установок:

с первой установки была собрана половина каркаса;
со второй — собрана вторая половина каркаса и два цилиндрических закрома с бункерами;
с третьей — установлена вторая пара закромов и половина надбункерного здания галлерей;
с четвертой — закончена установка второй половины галлерей.

Укрупнительная сборка производилась на стеллажах монтажной площадки паровым краном Я-3. На стеллажах было укрупнено более 45% всех металлоконструкций. Работы по укрупнению продольных балок подбункерной клетки начались одновременно с крановой сборкой каркаса угольной башни. Далее производились укрупнение поясов закромов и соединение бункеров в готовые для установки парные блоки. Конструкции надбункерного здания галлерей также укрупнялись и подавались под деррик готовыми секциями. Для подъема укрупненных элементов были изготовлены жесткие траверсы и захваты, которые устанавливались на очередные монтажные элементы паровым краном. Подготовленные к подъему элементы, как прошедшие укрупнительную сборку, так и устанавливаемые без укрупнения, обязательно обстраивались подмостями, площадками, лестницами и в готовом виде поднимались дерриком.

Это дало возможность главную часть верхолазных работ перенести на монтажную площадку, освободив основной монтажный механизм от многочисленных работ по подъему и подаче вспомогательных материалов.

Необходимые для крепления болты и инструмент подавались вместе с монтажным элементом в ящиках, укрепленных к самим элементам или подмостям.

Таким образом работа по монтажу свелась исключительно к установке законченных и обстроенных монтажных элементов, выверке их положения и закреплению необходимым количеством черных болтов, которые находились на самом же элементе в ящике.

Принятый способ монтажа позволил на основной массе трудоемких работ, выполнявшихся внизу на монтажной площадке, использовать, главным образом, малоквалифицированных рабочих. Работы производились в одну смену. Работы по сборке со сдачей выполнены за 2 месяца.

Для строительных работ фронт был предоставлен на 17-й день после начала монтажа.

Разработанный проект позволяет максимально совместить монтажные и строительные работы и закончить их вместе с работами по сооружению фундамента в 4 месяца.

По разработанному проекту осуществлено строительство угольных башен на Енакиевском и Запорожском коксохимическом заводах (рис. 7). Как показал опыт эксплуатации, металлические башни имеют перед железобетонными весьма существенные преимущества. В построенных на многих коксохимических заводах железобетонных башнях происходит зависание угольной шихты в башне и течках, а также замерзание ее на стенках во время морозов. Это явление приводит к срыву графика загрузки и расстройству работы коксовых батарей, так как шихта не подается из бункеров башни в грузочный вагон.

В металлической башне, имеющей металлические течи и отопление под ними, за все время эксплуатации сход шихты из течек был безукоризненным, зависания шихты, так же как и смерзания ее, не наблюдалось. Это объясняется: 1) наличием металлических течек, отполировывающихся выходящей через них шихтой и имеющих поэтому весьма малый коэффициент трения; 2) отсутствием в плане самих силосов связей и затяжек (что в железобетонной башне способствует зависанию шихты); 3) хорошей передачей тепла угольной шихте от системы подбункерного отопления через металлическое днище силосных банок, что полностью исключает возможность смерзания шихты.

Таким образом принятое новое техническое решение строительства угольных башен в металле обеспечивает следующие важные преимущества:

1. Минимальные сроки строительства.
2. Возможность применения высокоиндустриальных методов заготовки и монтажа конструкций.
3. Значительную экономию рабочей силы (при железобетонном варианте — 20 600 чел.-дней, при металлическом — 5 000 чел.-дней).
4. Простоту изготовления и монтажа.
5. Хорошие эксплуатационные показатели.
6. Упрощение фундамента благодаря значительному уменьшению нагрузки от собственного веса (в 6 раз).

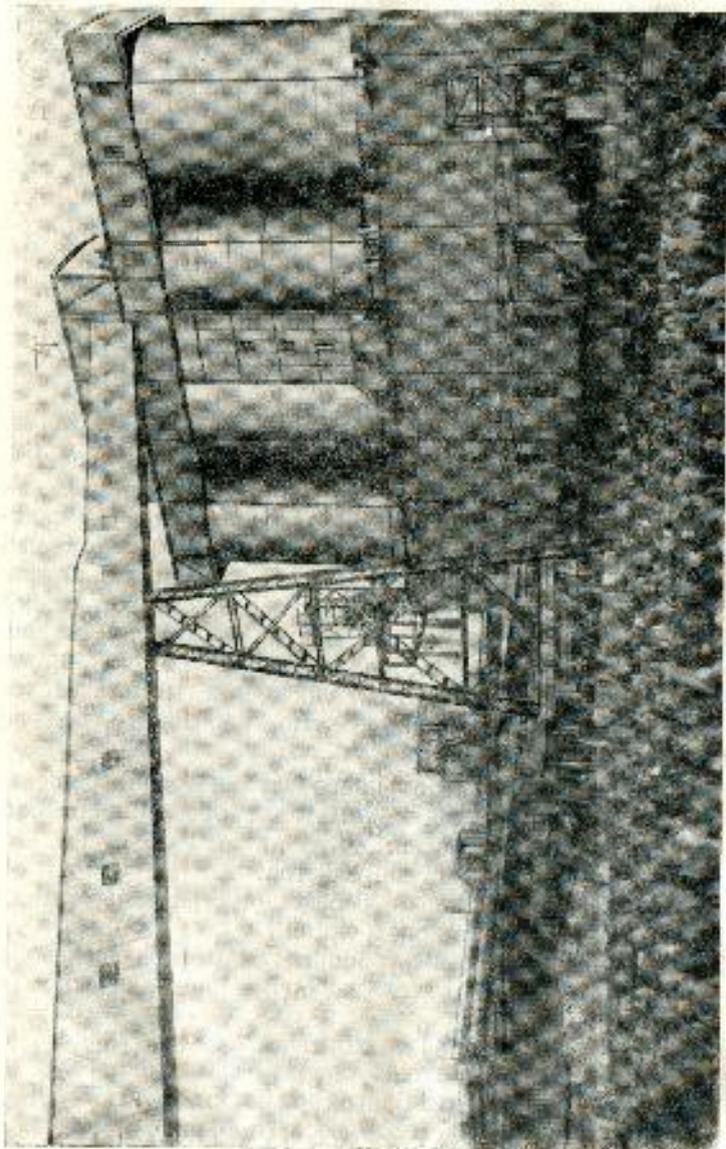


Рис. 7. Восстановление угольной башни. Конструкция башни в момент переезда в металлургический завод. Смотровые вышки в виде вышек кокса

7. Возможность устранения неравномерных осадок при слабых грунтах.
8. Возможность строить очередями.

3. Монтаж металлоконструкций при помощи телескопических подъемников

При восстановлении обрушенных металлоконструкций цехов слябинга, тонкого листа и холодного проката максимально использовались старые металлоконструкции, которые в большинстве случаев приводились в проектное положение без демонтажа. Таким способом было восстановлено и приведено в проектное положение 18 500 т обрушенных металлоконструкций.

Применяя способ восстановления металлоконструкций без демонтажа, инженерно-техническим работникам монтажной организации треста «Стальмонтаж» пришлось много поработать над разработкой наиболее целесообразных методов подъема, дающих лучшие технические решения и ускоряющих производство работ. Для этого были разработаны оригинальные устройства и механизмы.

Основным методом был принят способ подъема конструкций подпором снизу при помощи стоек подъемников телескопической конструкции (рис. 8).

Подъемник состоит из двух и более опорных стоек с подкосами и связями, выдвижных штанг с опорными траверсами и движков.

В опорных стойках имеются отверстия для закладных валков с равными расстояниями между осями, которые определяются величиной хода винта домкратов.

Выдвижная штанга имеет сверху упорный башмачок, а внизу — опорную траверсу и может свободно перемещаться между опорными стойками.

Опорная траверса снабжена тремя гнездами (отверстиями). Крайние используются при перезарядке домкратов, а среднее — при подъеме.

Движок с опорным башмачком и направляющей вставляется в выдвижную штангу и может в ней свободно перемещаться. Движок имеет отверстия, диаметр и расстояния между осями которых принимаются по аналогии с отверстиями в опорных стойках.

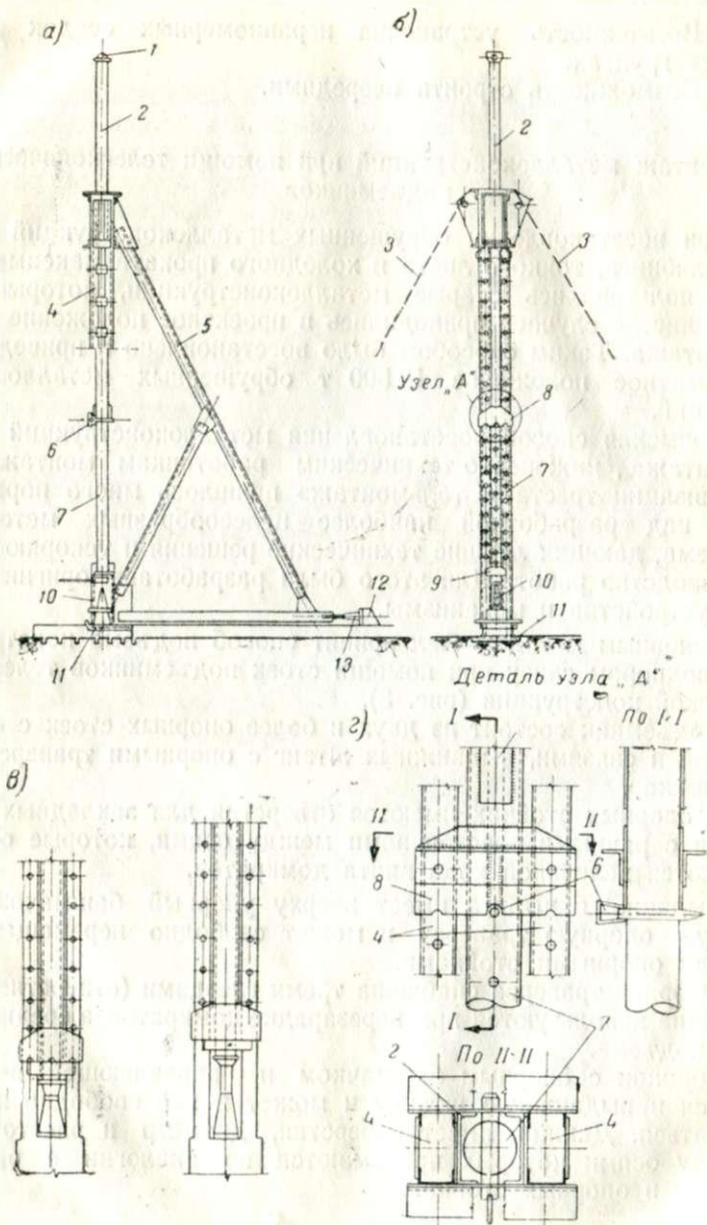


Рис. 8. Объяснение см. на стр. 41.

Подъемник устанавливается на салазки под поджимаемой конструкцией. Верхушка выдвигной штанги подводится к поднимаемой конструкции. Подъемный домкрат устанавливается на свое место и упирается головкой в опорный башмачок движка, на который в свою очередь (в начале подъема) опирается выдвигная штанга через траверсу. При работе домкрата выдвигается штанга, поднимающая конструкцию. Подъем производится на высоту хода винта домкрата (250 мм для винтовых домкратов) до совпадения крайних гнезд траверсы с ближайшими по ходу подъема отверстиями опорных стоек. В совмещенные отверстия закладываются валики, после чего винт домкрата опускается. При этом нагрузка передается на опору подъемника, минуя домкрат, через штангу и опорную стойку. Вместе с винтом домкрата автоматически опускается и движок.

После полной осадки домкрата в отверстие движка, совпадающее со средним гнездом траверсы, закладывается валик для передачи нагрузки штанги на движок, и операция повторяется до подъема конструкции на проектную высоту. Высота опорных стоек и длина движка должны обеспечивать наибольшую высоту подъема конструкций.

Подъемник, примененный Запорожстроем, имел следующую техническую характеристику: грузоподъемность — 20 т; высота подъема — 8 м; общая высота подъема с выдвинутой штангой — 14 м. Вес подъемника — 3 т.

При подъеме конструкций с большим углом наклона к горизонту верхняя точка упора подъемника перемещается как по вертикали, так и по горизонтали. Для придания подъемнику вертикального положения предусмотрены салазки, по которым он может перемещаться в горизонтальном направлении винтовым домкратом.

При восстановлении металлоконструкций здания нагревательных колодцев общим весом 2500 т были применены телескопические стойки подъемника конструкции М. И. Недужко и Г. В. Петренко (рис. 9).

Рис. 8. Телескопический подъемник: а — боковой вал; б — фасад; в — положение домкратов; г — грузовая штанга; 1 — упорный башмак; 2 — грузовая штанга; 3 — вант или жесткий подкос; 4 — штатив; 5 — подкос; 6 — закладной винт; 7 — движок; 8 — траверса; 9 — направляющая; 10 — домкрат для вертикального подъема; 11 — салазки; 12 — упор; 13 — домкрат для горизонтального перемещения подъемника

Телескопическими стойками был произведен подъем полов здания нагревательных колодцев до температурного шва, включая шесть колонн среднего ряда со всеми прилегающими к ним конструкциями.

Телескопическая стойка-подъемник состоит из наружной трубы диаметром 400 мм с опорным листом, внутренней трубы диаметром 350 мм, свободно вставленной внутрь наружной, с отверстиями диаметром 60 мм в верхней части ее для

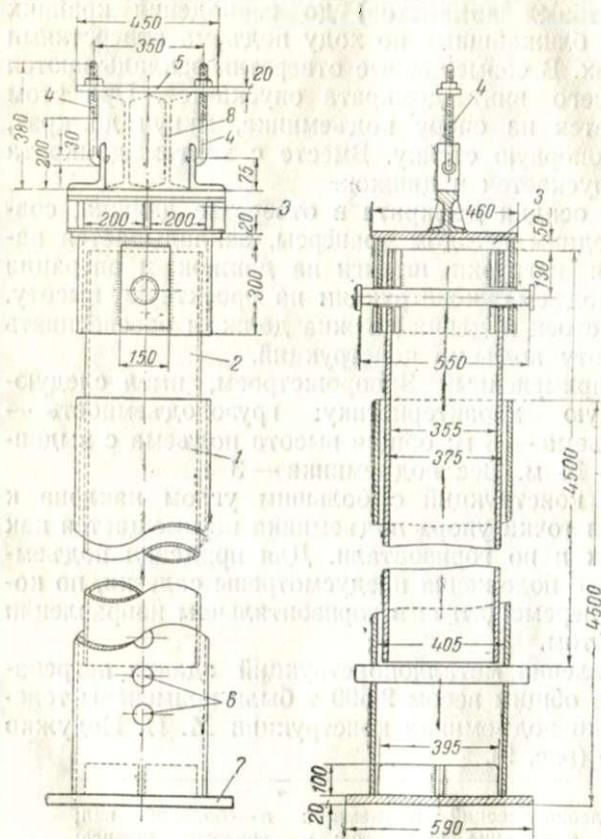


Рис. 9. Телескопическая стойка-подъемник:
1 — наружная неподвижная труба;
2 — внутренняя подвижная труба;
3 — пята;
4 — замковые кольца с гайками;
5 — запорная планка;
6 — отверстия для шкворня;
7 — пята;
8 — кронштейн, приваренный к трубе печи.

Головки стойки в свою очередь состоят из трубы диаметром 400 мм, длиной 300 мм, с отверстиями диаметром 60 мм для оси, верхнего опорного листа, на котором приварен

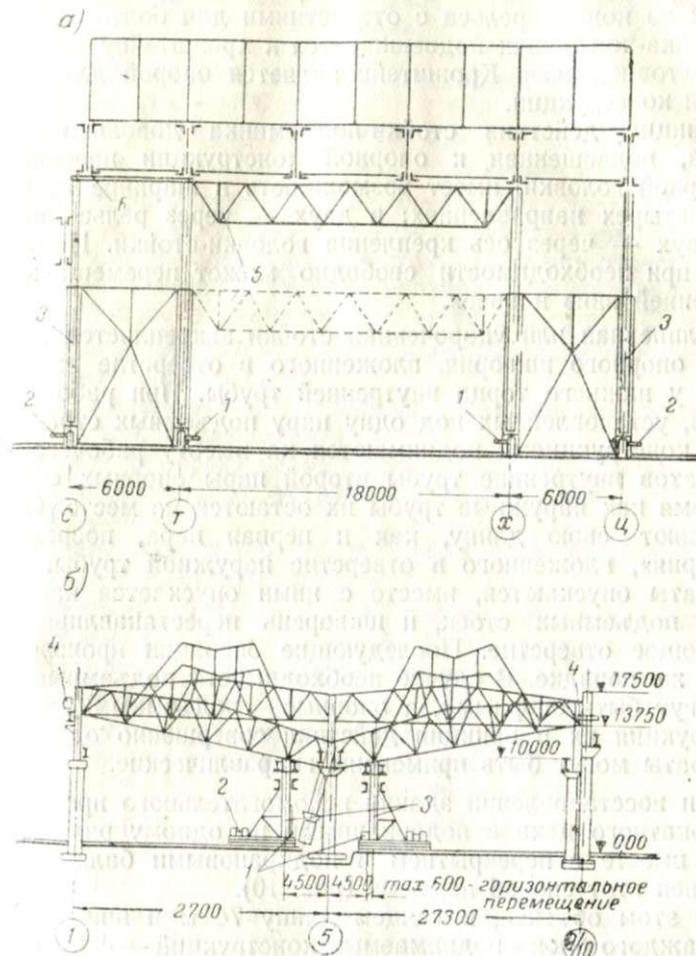


Рис. 10. Схема подъема металлоконструкций при помощи телескопических подъемных стоек: а — продольный разрез цеха; б — поперечный разрез цеха; 1 — гидравлический домкрат грузоподъемностью 20 т; 2 — гидравлический домкрат грузоподъемностью 10 т; 3 — телескопический подъемник грузоподъемностью 20 т; 4 — направляющие; 5 — поддерживающая ферма; 6 — поддерживающая балка

зок рельса длиной 400 мм, и двух уголков-коротышей, приваренных на концах рельса с отверстиями для болтов-крючьев.

Стойка-подъемник подвешивается к кронштейну при помощи болтов-крючьев. Кронштейн является опорой для поднимаемой конструкции.

Принцип действия стойки-подъемника довольно прост. Стойка, подвешенная к опорной конструкции посредством шарнирной головки, имеет возможность в шарнире вращаться в четырех направлениях: в двух — через рельс-коротыши и в двух — через ось крепления головки-стойки. Наружная труба при необходимости свободно может перемещаться от внутренней вниз и вверх.

Удлиненная или укороченная стойки закрепляется посредством опорного шкворня, вложенного в отверстие наружной трубы у нижнего торца внутренней трубы. При работе домкратов, установленных под одну пару подъемных стоек, вместе с конструкциями поднимаются на высоту рабочего хода домкратов внутренние трубы второй пары опорных стоек, в то время как наружные трубы их остаются на месте. Стойки сохраняют свою длину, как и первая пара, посредством «шкворня», вложенного в отверстие наружной трубы. Затем домкраты опускаются, вместе с ними опускается наружная труба подъемных стоек, и шкворень переставляется в следующее отверстие. Последующие операции производятся в том же порядке. В случае необходимости подъемные стойки могут быть опорными, а опорные — подъемными, так как конструкция их и принцип действия совершенно одинаковы. Домкраты могут быть применены гидравлические.

При восстановлении здания вспомогательного пролета листопрокатного цеха с подорванными по одному ряду колоннами, вместе с перекрытием и подкрановыми балками, был применен этот способ подъема (рис. 10).

На этом объекте, имеющем длину 74 м и ширину 27 м (вес каждого блока поднимаемых конструкций — 400 т), были установлены металлические кронштейны по направлению осей колонн, выше подорванной части. К кронштейнам подвешивались телескопические стойки по одной с каждой стороны: одна подъемная и вторая поддерживающая. Подъем проводился аналогично изложенному выше. Подъем выполнялся одной бригадой в количестве 10 человек и продолжался вместе с подготовкой 20 рабочих дней.

4. Монтаж металлической дымовой трубы коксохимического завода

Характеристика металлической дымовой трубы:

Высота трубы — 100 м.

Вес металлоконструкций — 138 645 т.

Фундамент — железобетонный, с анкерными болтами.

Нижняя часть трубы — усеченный конус: диаметр в основании — 7 м; высота конуса — 10 м. Диаметр верхнего обреза конуса — 4,02 м. Средняя часть трубы — цилиндрическая диаметром 4,02 м, высотой 28,80 м; верхняя часть цилиндра имеет переходной пояс с диаметра 4,02 м на диаметр 3,77 м.

Верхняя часть трубы также цилиндрическая диаметром — 3,77 м, высотой — 60,00 м.

По всей высоте трубы с наружной стороны проходят лестничные марши с площадками.

У верхнего обреза размещены: служебная кольцевая площадка, грозоотводные устройства и кронштейн для осветительных установок.

Вся труба собиралась из отдельных монтажных элементов весом до 6 т и высотой до 5 м.

С отметки +1,20 до +14,80 работа выполнялась железнодорожным краном со стрелой 21 м, сборка конструкций производилась царгами, собранными из свальцованных листов.

На установленную железнодорожным краном первую цилиндрическую часть тем же краном устанавливался собранный заранее порталый кран, которым были собраны все остальные конструкции трубы до отметки +100,00 м.

Вес, габариты, монтажные стыки и способ их выполнения, как и монтажные приспособления, вытекали из принятого метода монтажа.

Было принято решение работы вести крупными блоками при помощи порталого крана, перемещающегося по трубе по мере ее наращивания, конструкция трубы должна была служить опорой монтажного механизма (рис. 11).

Метод наращивания трубы крупными блоками при помощи подвижного механизма в практике монтажа осуществлялся впервые.

Кран, использованный на монтаже дымовой трубы, представляет собой портал с боковыми подкосами, образующими

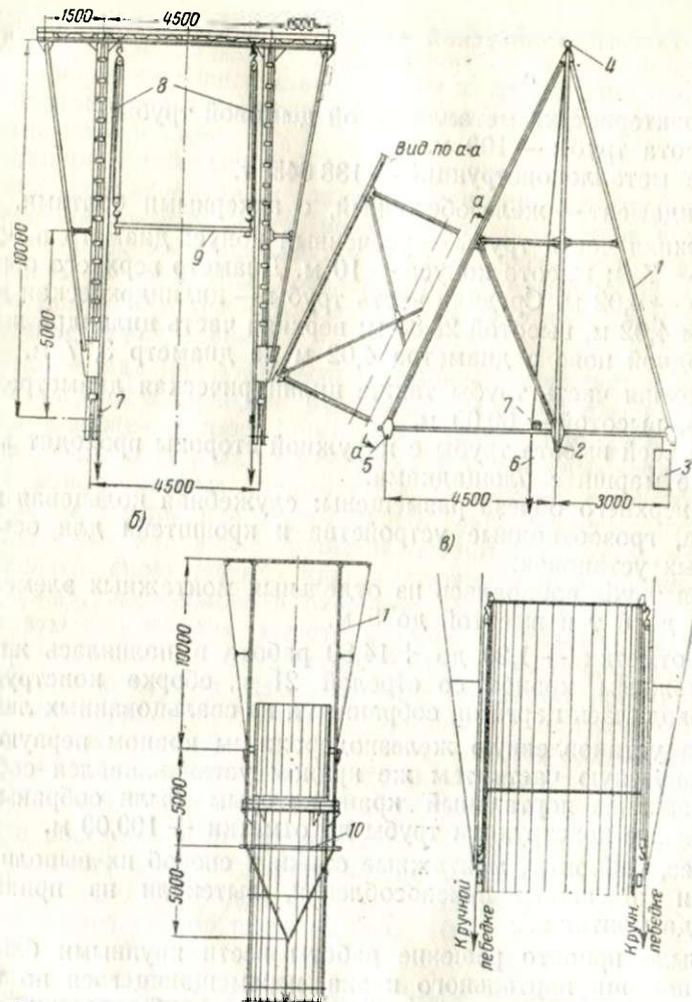


Рис. 11. Монтаж дымовой трубы: а — схема портального крана; б — увязка задней и передней оттяжек; в — схема вертикального перемещения крана ручными лебедками; 1 — стрела крана; 2 — шарнир вращения стрелы; 3 — противовес; 4 — узел крепления грузового крана; 5 — узел крепления троса для подъема фермы; 6 — грузовой трос; 7 — отводящий ролик; 8 — грузовые полиспасты; 9 — траверса; 10 — распорка из трубы

жесткость в плоскости рамы. У концов нижних стоек имеют шарнирные узлы, в которые входят опорные оси, заранее установленные на монтажных элементах трубы.

В нижнем основании стоек портала имеются балки, которые по концам соединены с верхней балкой портала связями. Таким образом кран представляет собой два треугольника, между которыми расположен портал.

Портал крана имеет в высоту 10 м, в ширину — 4,3 м; нижние балки балансира имеют длину 7,5 м. Кран весит 7 т.

Такелажное оборудование крана состоит из ручных и гидравлических лебедок, блоков и тросов.

Для подъема очередной царги трубы кран наклоняли примерно до 30° при помощи передней и задней ручных лебедок, расположенных внизу на расстоянии 20 м от основания трубы. Царга захватывалась двумя полиспастами за траверсу, установленную на царге, и поднималась вверх при помощи двух электролебедок, также расположенных внизу, у основания трубы (рис. 12).

После подъема царги до проектной отметки подъемные полиспасты затормаживали. Портал крана перемещался вместе с поднятой царгой в вертикальное положение ручными лебедками и наводился на монтажный стык опусканием полиспастов. После закрепления царги болтами на фланцевом соединении производили подъем крана и закрепление его на стыке к смонтированной царге.

Подъем портального крана выполнялся ручными лебедками через полиспасты, укрепляемые на верхнем фланце царги. Нижние блоки полиспастов увязывались за опорные узлы портала.

В процессе перемещения крана работали лебедки (задняя и передняя), которые обеспечивали вертикальное положение крана, и две ручные лебедки, поднимавшие кран вверх. Шарнирные опоры на очередной царге являлись направляющими, по которым скользили швеллеры стоек портала.

Когда кран имел заданное положение, он закреплялся и готов к дальнейшей работе.

Соединение монтажных стыков производилось с внутренними и наружными подмостей.

Внутренние подмости поднимались портальным краном и крепились к стенкам трубы.

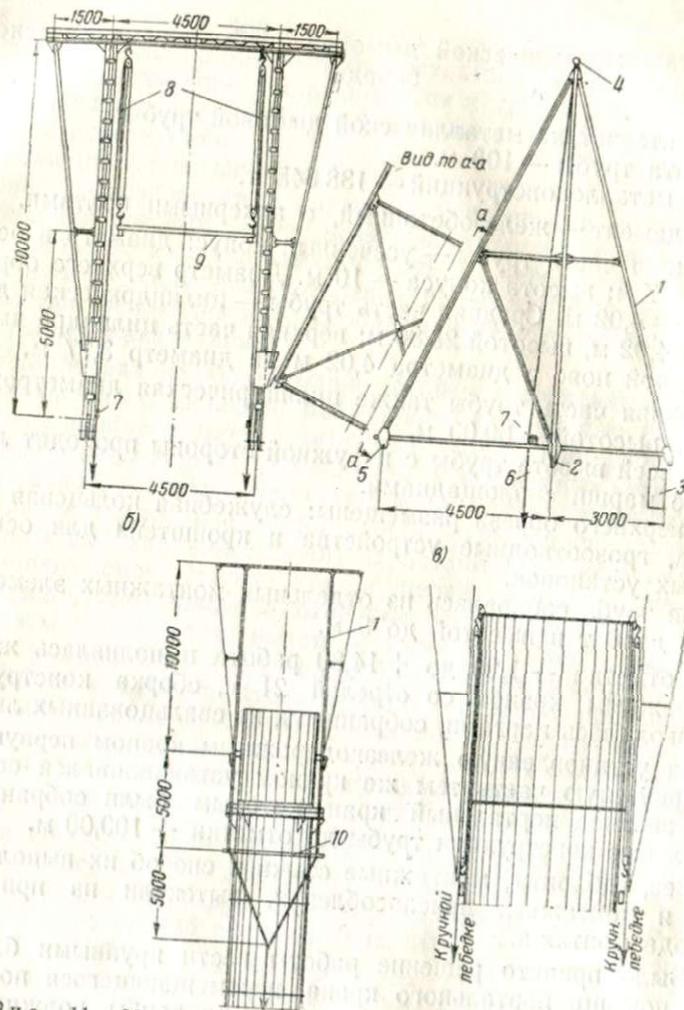


Рис. 11. Монтаж дымовой трубы: а — схема порталного крана; б — увязка задней и передней оттяжек; в — схема вертикального перемещения крана ручными лебедками; 1 — стрела крана; 2 — шарнир вращения стрелы; 3 — противовес; 4 — узел крепления груза фермы; 5 — узел крепления троса для подъема фермы; 6 — грузовой трос; 7 — отводящий ролик; 8 — грузовые полиспасты; 9 — траверса; 10 — распорка из трубы

жесткость в плоскости рамы. У концов нижних стоек имеются шарнирные узлы, в которые входят опорные оси, заранее установленные на монтажных элементах трубы.

В нижнем основании стоек портала имеются балки, которые по концам соединены с верхней балкой портала связями.

Таким образом кран представляет собой два треугольника, между которыми расположен портал.

Портал крана имеет в высоту 10 м, в ширину — 4,3 м; нижние балки балансира имеют длину 7,5 м. Кран весит 3,7 т.

Такелажное оборудование крана состоит из ручных и приводных лебедок, блоков и тросов.

Для подъема очередной царги трубы кран наклоняли примерно до 30° при помощи передней и задней ручных лебедок, расположенных внизу на расстоянии 20 м от основания трубы. Царга захватывалась двумя полиспастами за траверсу, установленную на царге, и поднималась вверх при помощи двух электролебедок, также расположенных внизу, у основания трубы (рис. 12).

После подъема царги до проектной отметки подъемные полиспасты затормаживали. Портал крана перемещался вместе с поднятой царгой в вертикальное положение ручными лебедками и наводился на монтажный стык опусканием полиспастов. После закрепления царги болтами на фланцевом соединении производили подъем крана и закрепление его на только что смонтированной царге.

Подъем порталного крана выполнялся ручными лебедками через полиспасты, укрепляемые на верхнем фланце царги. Нижние блоки полиспастов увязывались за опорные узлы портала.

В процессе перемещения крана работали лебедки (задняя и передняя), которые обеспечивали вертикальное положение крана, и две ручные лебедки, поднимавшие кран вверх. Шарнирные опоры на очередной царге являлись направляющими, по которым скользили швеллеры стоек портала.

Когда кран имел заданное положение, он закреплялся и был готов к дальнейшей работе.

Соединение монтажных стыков производилось с внутренних и наружных подмостей.

Внутренние подмости поднимались порталным краном и крепились к стенкам трубы.

Наружные подмости подвешивались к крану и перемещались вместе с ним.

Монтаж 100-метровой дымовой трубы был выполнен краном описанной конструкции за 16 рабочих дней (рис. 13).

При данном методе монтажа футеровка начиналась с момента окончания работ по монтажу нижней конической части трубы, т. е. через 5 дней.

Портативность крана (малый вес) и небольшие объемы подготовительных работ делают этот способ монтажа доступным в любых условиях.

Описанный способ монтажа металлоконструкций дымовых труб большой высоты позволяет выполнить работу в 3 раза быстрее, чем при применении известных до сего времени методов монтажа таких конструкций.

Глава III

ВОССТАНОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ

1. Общие данные

В этой главе приводится описание монтажа механического оборудования только двух основных объектов металлургического завода «Запорожсталь»: прокатных цехов слябинга и тонколистового стана.

Это сделано по следующим соображениям: во-первых, монтаж механического оборудования таких объектов, как турбовоздуходувная станция, коксовая батарея и доменная печь не представляет собой чего-либо нового; во-вторых, изложение получилось бы исключительно громоздким и было бы трудно показать наиболее интересное и ценное с точки зрения передачи опыта, полученного при восстановлении завода «Запорожсталь», что мы считаем необходимым, так как восстановительные работы, в особенности в области монтажа механического оборудования, существенно отличаются от нового строительства и большими объемами, и особой технической сложностью.

Прокатная группа цехов «Запорожсталь», включающая в свой состав станы слябинг, непрерывный тонколистовой и холодную листоотделку, занимает площадь 132 000 м² и имеет объем 2 325 000 м³.

Длина цеха, начиная от нагревательных колодцев, кончая слябингом (исключая цех холодной листоотделки, который расположен отдельно), составляет 1 028 м.

Общий тоннаж введенного в действие в 1947 г. механического оборудования прокатных цехов составляет 18,2 тыс. т и распределяется следующим образом: слябинг — 4,2 тыс. т, тонколистовой стан — 10,4 тыс. т и холодная листоотделка — 3,6 тыс. т.

Для того чтобы погрузить все это оборудование на железнодорожные платформы, потребовалось бы 1 200 платформ, что составило бы более 30 полногрузных эшелонов.

Эти цифры достаточно ярко показывают, какой большой объем работ предстояло выполнить механикам при монтаже оборудования.

Все оборудование стана слябинг изготовлено Ново-Краматорским заводом тяжелого машиностроения.

Полностью прокатная группа цехов была введена в действие в 1938 г. и проработала без капитального ремонта до 1941 г.

После войны оборудование станов вызвало необходимость в дополнительных работах при повторном монтаже. Вместе с тем значительная часть оборудования, в особенности мелкие детали, а также крепеж оказались утерянными. Вместе с оборудованием, подлежащим замене вследствие изношенности, общий объем деталей, которые нужно было изготовить вновь, составил около 2 000 т.

Естественно, что при монтаже все новые детали следовало подогнать, так как они входили в состав уже работавших узлов и при изготовлении не проходили контрольной сборки.

В связи с таким значительным объемом дополнительного комплектования станов встал вопрос о необходимости передачи оборудования машиностроительному заводу. Пополнив недостающее оборудование и отремонтировав изношенное, завод должен был передать полнокомплектное оборудование для монтажа. Такое решение, казалось, было бы вполне логичным, но загруженность машиностроительных заводов и неизбежность дополнительных дальних перевозок оборудования слишком отодвигали сроки восстановления цехов. Было решено произвести восстановление оборудования на монтажной площадке, передав ей все работы.

Это обстоятельство весьма осложнило задачу монтажников. Объем работ, связанных с восстановлением и доукомплектованием недостающего оборудования только на монтажной площадке (не считая самого изготовления), значительно превышал объем работ по монтажу.

В общем объеме работ удельный вес ремонтного восстановления составил 53,8%.

К работам по монтажу станков приступили во второй половине 1946 г. К 1947 г. было смонтировано около 4,5 тыс. оборудования (преимущественно тяжеловесного).

В 1947 г. нужно было смонтировать 13,7 тыс. т.

Учитывая срок ввода станков в эксплуатацию, ежемесячно следовало монтировать 1 500 т механического оборудования, для чего необходимо было проводить ремонтные работы, которые по ежемесячному объему были равноценны также 1 500 т монтажных работ.

Прежде чем перейти к описанию монтажа, необходимо остановиться на подготовительных работах, проведенных монтажным управлением, без которых немислимо было бы в сжатые сроки провести такой колоссальный объем работ.

Монтажным управлением были созданы две механические мастерские, одна из которых находилась на месте монтажа автотранспортное хозяйство, склады материалов и деталей и проч.

Первая мастерская имела 12 металлообрабатывающих станков и должна была изготавливать монтажные инструменты и вспомогательные приспособления. Мастерская располагалась в кузнице с пневматическим молотом мощностью 150 кг. В мастерской изготавливались, главным образом, различные слесарно-монтажные инструменты и приспособления, в том числе метчики и лерки с конической резьбой.

Вторая мастерская располагалась также на месте монтажа, в вспомогательном пролете тонколистового стана. Она должна была непосредственно обслуживать монтаж. В состав мастерской входило 15 металлообрабатывающих станков. Мастерская выполняла работы по доводке и подгонке деталей. Объем этих работ был настолько велик, что часть работ приходилось передавать в первую мастерскую.

Значительное количество подгоночных работ необходимо было выполнять на месте монтажа. С этой целью на месте

монтажа были устроены специальные переносные верстаки с установленными на них тисками. Эти верстаки устанавливались непосредственно у мест работы и переносились по мере необходимости.

Кроме указанных мастерских по механической обработке деталей, были организованы мастерские по монтажу смазки.

В составе оборудования этих мастерских было 8 трубонарезных станков, 2 токарных станка и около 20 трубогибочных станков.

Объем работ по маслосмазке был исключительно велик. Количество точек, к которым была подведена смазка, достигает 13 000. Погонаж трубопроводов, исключая разводку по оборудованию, составил около 40 км. Для одной точки требовалось в среднем 12 резьб на трубах, т. е. всего около 150 тыс. резьб.

Мастерская выполнила все работы по ремонту смазочных клапанов, по нарезке, а также и гнутью труб, которая производилась исключительно в централизованном порядке.

Помещалась мастерская в масляном подвале цеха. Количество рабочих, занятых на ремонте оборудования маслосмазки и на его монтаже, составило в течение первых двух месяцев 130 человек, в последующие 4 месяца это количество непрерывно увеличивалось и дошло до 800 рабочих при 15 мастерах и производителях работ. Только режущих инструментов для производства нарезки конических резьб на трубах было специально изготовлено заводом «Фрезер» на 100 тыс. руб.

Производство подобного объема механомонтажных работ потребовало создания большого инструментального хозяйства.

Основное место в этом хозяйстве занимал контрольно-измерительный инструмент. Это — главным образом контрольные линейки длиной от 2 до 4 м и уровни с точностью до 0,03 мм на 1 пог. м.

При работе одновременно применялось 15 контрольных линеек и 20 уровней.

Для контроля линеек по контрольным образцам и их хранения была создана специальная инструментальная.

В основу организации монтажных работ были положены:

- 1) максимальная механизация всех процессов;

2) совмещение графика монтажных работ со строительными;

3) предварительная подготовка оборудования к монтажу с укрупнением его в возможно большие узлы;

4) непрерывная круглосуточная работа.

2. Крановое хозяйство

Основными монтажными средствами являлись мостовые электрические краны грузоподъемностью от 15 до 75 т.

На монтаже оборудования прокатных цехов было использовано 19 мостовых кранов. Из них: на слябинге и складе слябов — 4; на тонколистовом стане — 5; в цехе холодной листоотделки — 10.

В большинстве случаев эти краны монтировались одновременно с монтажом здания. Как только устанавливались колонны и подкрановые балки пролета, на них ставился мост крана и одновременно с монтажом перекрытия и кровли производился механический и электрический монтаж кранов.

Часть кранов грузоподъемностью в 20 т переделывали на месте монтажа до установки. Фермы мостов кранов не соответствовали пролету здания и их укорачивали на монтажной площадке. Сварку с применением качественных электродов производили высококвалифицированные сварщики.

Сварка стыков ферм после укорачивания велась в определенной последовательности, предусматривающей исключение деформации моста. При монтаже и эксплуатации кранов перекосов мостов не было и краны работали нормально. Однако даже и 19 кранов оказалось недостаточно для полного удовлетворения потребностей производства. В связи с этим работа кранами производилась круглосуточно. В первой и второй сменах велись монтажные работы, а третья смена была занята исключительно разгрузкой подаваемого на монтаж оборудования.

3. Слябинг

Слябинг завода «Запорожсталь» реверсивного типа с горизонтальными валками диаметром 1100 мм при длине бочки 2000 мм и вертикальными валками диаметром 680 мм.

Каждый из двух горизонтальных валков стана приводится в движение от электромотора мощностью 5000 л. с.

с регулируемым числом оборотов 0—50—100 в минуту. Оба вертикальных валка вращаются от электромоторов 2500 л. с., 0—200—275 об/мин. Уравновешивание верхнего валка — электрическое, наибольший подъем его — 900 мм. Управление подъемом и опусканием верхнего валка, а также передвижением вертикальных валков производится автоматически при помощи сельсин-моторов.

Слябинг оборудован механизмами, совместная работа которых составляет весь технологический цикл прокатки нагретых слитков.

К этим механизмам проката относятся:

1) манипуляторы перед станком и за станком; манипулятор перед станком имеет кантовальное устройство; длина ленток манипулятора — 8000 мм, их рабочий ход — 1500 мм;

2) ножницы для резки слябов — кривошипно-шатунного типа с верхним резом, допускающие резку слябов толщиной 200 мм и шириной 1500 мм для стали с временным сопротивлением в холодном состоянии 70 кг/мм²; ножницы развивают максимальное давление до 2000 т;

3) качающийся стол и фаштосс за ножницами;

4) пневматические весы для слябов;

5) 4 фаштосса и два сталквателя слябов, сдвигающие слябы на стапелирующие устройства в том случае, если слябы направляются на склад;

6) два стапелирующих устройства грузоподъемностью по 15 т.

Общая длина рольгангов, транспортирующих слитки и слябы в процессе прокатки, — 95,0 м. Приводы всех рольгангов — групповые. Стан оборудован автоматическими централизованными системами смазки: две из них — для жидкой смазки и две — для густой.

Маслосмазочные системы снабжены насосами, фильтрами, регуляторами давления и другим оборудованием, обеспечивающим постоянный режим и надежность смазки.

В процессе восстановления стана центральными смазочными системами были оборудованы клетки вертикальных и горизонтальных валков, а также ножницы, ранее не имевшие централизованной смазки.

4. Монтаж слябинга

Перед началом монтажа были проведены необходимые геодезические работы.

Продольная ось и поперечные оси, а также высотные отметки были закреплены на фундаменте стана. Закрепление осей осуществлялось керном, нанесенным на металлических планках, заделанных в тело фундамента.

Для контроля высотой отметки была произведена прецизионным геодезическим инструментом проверка репера, расположенного у здания слябинга от репера в плотине ДнепроГЭС.

Было принято 8 точек, которые закрепляли ось проката. Высотные отметки были закреплены в пяти точках с таким расчетом, чтобы высотную выставку оборудования можно было производить исключительно при помощи контрольных линеек.

При восстановлении стана ранее принятая отметка пола цеха была понижена на 148 мм в связи с осадкой фундамента.

Осадка фундамента стана происходила неравномерно, и это сказалось на сохранившихся закладных частях.

В первую очередь это отразилось на подставках под плитовины клетей. Чугунные подставки, заделанные в тело фундамента, полностью сохранились, но неравномерная осадка вызвала их перекос влево от оси проката на 6—11 мм.

Вырубка подставок была связана с почти полным разрушением фундамента клетей, поэтому было решено оставить подставки в их положении. Перекос плитовины был выправлен клиновыми прокладками между подставками и плитовинами. По произведенным на месте замерам строгалась на станке клиновидная прокладка, которая затем на месте доводилась до нужных размеров плоскошлифовальными машинками и напильниками.

Таким образом плитовины стана были выставлены на «нуль» без зазора между подставкой и плитовиной.

Монтажный формуляр выставки плитовин и размеры клиновидных прокладок показаны на рис. 14. Выставка плитовин производилась при помощи контрольных линеек длиной 4 м и уровня с точностью 0,03 мм на 1 пог. м. При этом

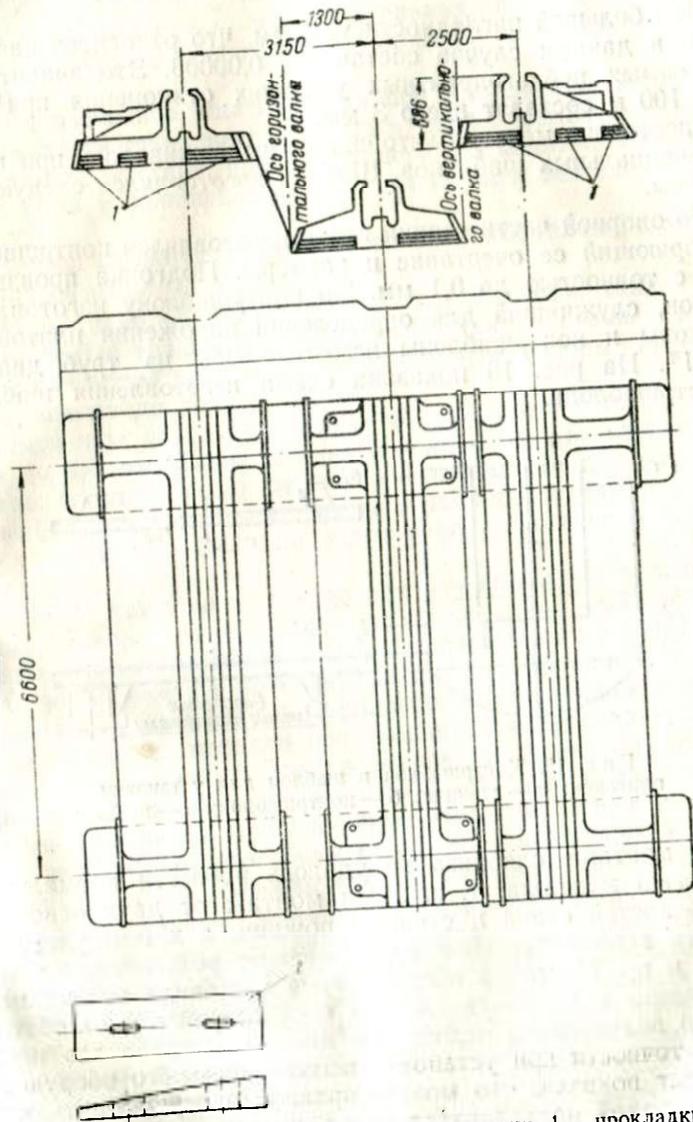


Рис. 14. Монтажный формуляр плитовин. 1 — прокладки

отклонение уровня не допускалось и выставка производилась на «нуль».

Для большей наглядности укажем, что относительная точность в данном случае составляет 0,00003. Это значит, что при самых неблагоприятных условиях отклонения при длине в 100 м составят всего 3 мм.

Расстояние между плитовинами выдерживалось при помощи специальных шаблонов. Шаблон изготовлялся следующим образом.

По опорной части станин клетки изготовлялся контршаблон, повторяющий ее очертание и размеры. Подгонка производилась с точностью до 0,1 мм. По контршаблону изготовлялся шаблон, служивший для определения положения плитовины. Шаблоны и контршаблоны изготовлялись из труб диаметром 1". На рис. 15 показана схема изготовления шаблона и контршаблона.

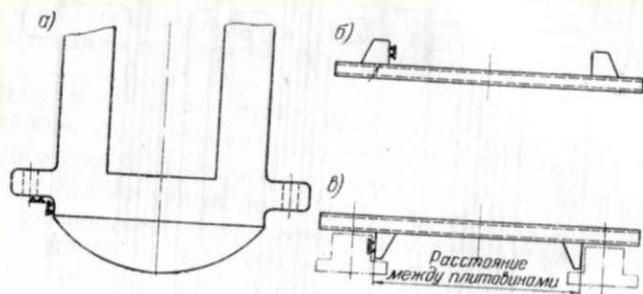


Рис. 15. Контршаблон и шаблон для установки плитовины: а — станнина; б — контршаблон; в — шаблон

При монтаже слябинга не удалось провести нормальную технологию монтажа, т. е. вести монтаж от двух основных точек — клеток стана и станины ножниц, а к ним уже привязывать вспомогательное оборудование: рольганги, манипуляторы и пр. Поставка оборудования заставила начать монтаж именно с вспомогательного оборудования. Это обстоятельство значительно осложнило монтаж и требовало повышенной точности при установке вспомогательного оборудования. Опыт показал, что можно правильно осуществить монтаж и в такой последовательности, но это потребовало:

1) исключительно тщательной предварительной разбивки всего оборудования с полной предварительной увязкой всех размеров вспомогательного оборудования в натуре и по чертежам;

2) повышенной тщательности при выполнении работ.

На протяжении всего монтажа велись ремонтные работы оборудования стана, проработавшего без капитального ремонта 3 года и хранившегося в течение пяти лет на открытом воздухе.

Весьма сложную задачу в условиях монтажной площадки пришлось решить с клетями стана.

Вследствие продолжительной эксплуатации стана между станинами и траверсами, которые соединяют станины в клеть, по плоскостям соединений образовались зазоры, превышающие всякие допуски.

Величина зазора по периметру соединения колебалась от 0,8 до 1,6 мм. Такие зазоры повели бы к дальнейшей выработке, поэтому было решено их ликвидировать. Это следовало бы сделать в условиях машиностроительного завода но сделано это было на монтажной площадке следующим образом.

После установки траверс при помощи щупа производился замер зазора. Замеры наносились на схему каждого соединения. Кроме величины зазора, определялась протяженность его по периметру, которая также фиксировалась на схеме. Траверса снималась, и на плоскость соединения производилась наплавка металла при помощи электросварки. Шов накладывался минимальных размеров (3—4 мм). Грубое снятие лишнего металла производилось пневматическими шлифовальными машинками с горшкообразными камнями, а окончательная доводка до требуемых размеров — напильниками и шабетами. Контроль поверхности производился линейкой.

Максимальная площадь навариваемой поверхности составляла до 0,3 м², что делало операцию довольно сложной и трудоемкой. Осуществить точную подгонку за один раз не удалось ни на одном соединении. Это объясняется сложностью производства точного замера выполненной наварки. Операция подгонки повторялась на разных соединениях от двух до трех раз и была выполнена с очень большой точностью. Почти на всех соединениях удалось ликвидировать зазор полностью, и только в отдельных местах, на весьма не-

значительной части периметра, он был допущен до 0,3 мм. На рис. 16 показаны зазоры, полученные в результате ремонта.

После соединения траверс была произведена затяжка соединительных болтов. Болт нагревался автогеном до 140—150° и затягивался при помощи мостового крана.

Монтаж начинки клетей производился с попутным ремонтом. По нажимному устройству клетей была произведена замена роликоподшипников.

Монтаж всех рольгангов слябинга, как уже указывалось, производился до монтажа клетей. Выставка рам рольгангов производилась при помощи контрольной линейки и уровня с точностью 0,03 мм на 1 пог. м. Отклонения при выставке от оси проката были допущены: максимальное — 7,5 мм, мини-

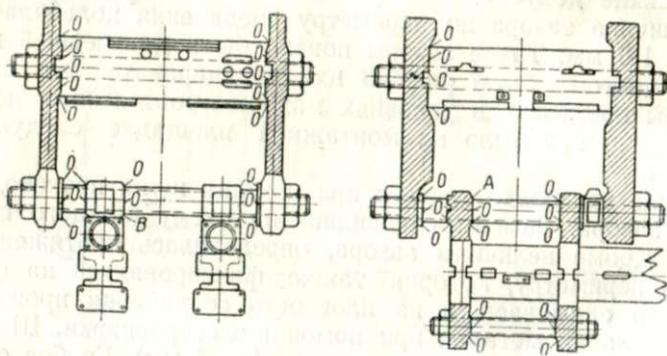


Рис. 16. Монтажный формуляр горизонтальных и вертикальных клетей

мальное — 1,8 мм. Более точной выставки на ось достигнуть не удалось из-за неравномерной осадки фундамента, о которой упоминалось выше. Вследствие этого анкерные болты, залитые в фундамент без шанцев, отклонились от проектных размеров в плане на 20—25 мм. В качестве подкладок под рамы были применены чугунные литые пластины, выставляемые по обе стороны анкерных болтов. Высота подкладок колебалась от 100 до 250 мм при двух-четырех элементах.

Соблюдение соосности обеих частей станин рольгангов достигалось выставкой их и проверкой по специально изготов-

ленным шаблонам роликов. Шаблон изготовлялся из трубы диаметром 100 мм, с двумя дисками по концам и обрабатывался с одной установки на токарном станке. Диски устанавливались на посадочные места шарико-роликоподшипников, и таким способом достигалась соосность обеих половинок станины.

5. Монтаж ножниц

Основная часть станины ножниц, несущая вал кривошипно-шатунного механизма, весит 135 т. Эта массивная часть станины не имеет достаточной устойчивости. Такелаж ее к месту установки и установка были сопряжены с некоторыми трудностями, так как монтажный кран в пролете стана имел грузоподъемность только 75 т.

На основе довоенного опыта монтажа этой станины был разработан проект организации работ, предусматривающий установку станины при помощи двух металлических мачт, полиспастов и лебедок. Такой способ монтажа требовал изготовления специальных мачт и блоков и являлся исключительно трудоемким. Схема производства работ приведена на рис. 17. Однако при производстве работ этим способом не воспользовались и работа была проделана значительно проще.

Транспортировалась станина ножниц на специальном 12-осном лафете. Лафет со станией ножниц был подан в цех по железнодорожному пути, уложенному вдоль фундамента стана. Разгрузка станины с лафетом производилась мостовым краном грузоподъемностью 75 т следующим способом. Рядом с лафетом на одном с ним уровне, выкладывалась шпальная клетка. На клетку станина перемещалась мостовым краном путем последовательного подъема ее за каждый конец. Один конец станины приподнимали краном (рис. 18), в то время как вторым концом станина опиралась на лафет, затем ее поворачивали и опускали на клетку. То же было проделано со вторым концом. Таким образом станина была снята с лафета в течение 12 час. Аналогичным способом по вымощенной шпальной клетке станина перемещалась к месту установки на анкерные болты. Анкерные болты были расположены ниже отметки пола здания на 4 м. В этот промежуток была уложена шпальная клетка. Опустив станину на уровень анкерных болтов, мостовым краном произвели ее подъем в вертикальное положение (рис. 19). Станина подни-

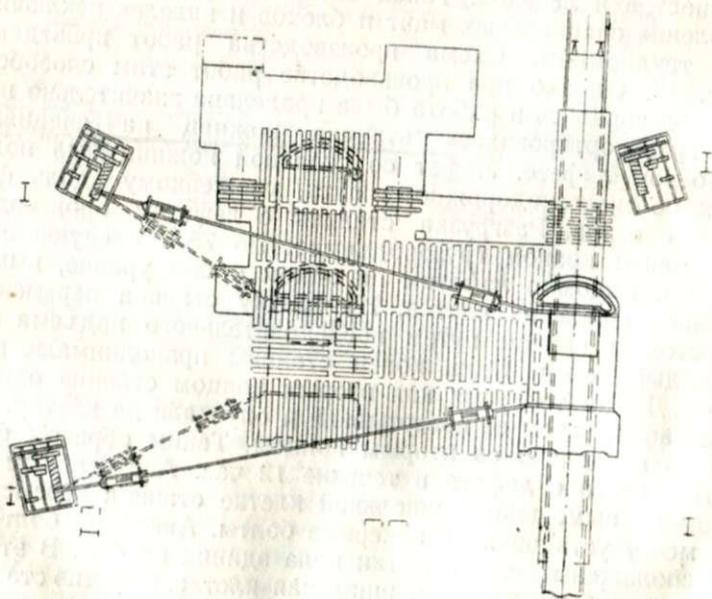
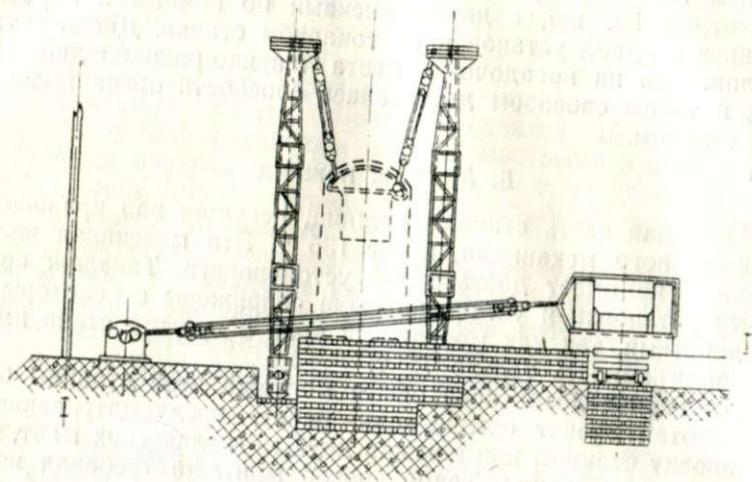


Рис. 17. Схема монтажа станины ножниц с помощью монтажных мачт (I вариант)

чалась за верхний конец, в то время как нижний конец опирался на шпальную клетку. В вертикальном положении станина удерживалась расчалками.

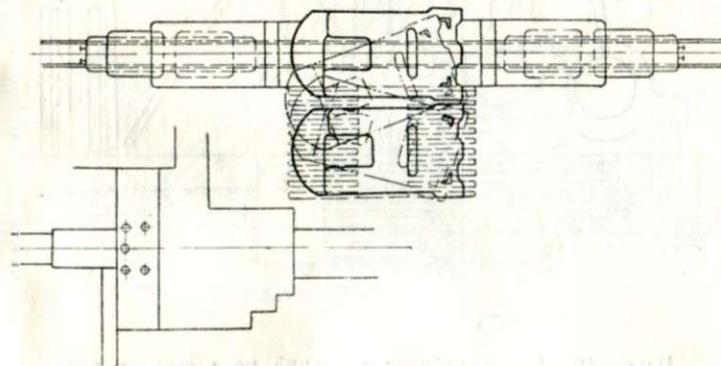
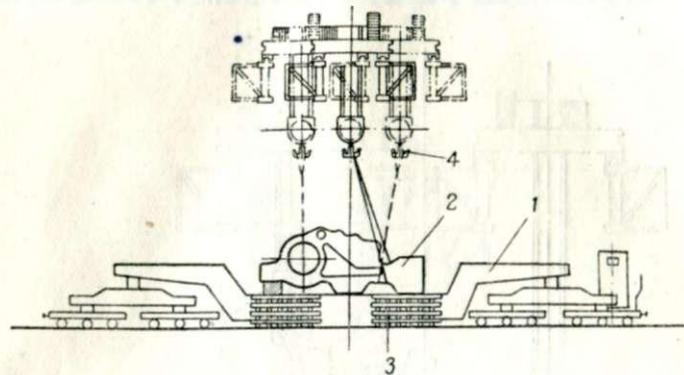


Рис. 18. Разгрузка станины ножниц с двенадцатипосадочным лафетом при помощи мостового крана грузоподъемностью 75 т; 1 — 12-осный лафет; 2 — станина; 3 — стальная клетка; 4 — грузовой крюк мостового крана

Последней и самой сложной операцией являлось опускание станины на анкерные болты. Эта операция была произведена следующим способом. Станина, удерживаемая в вер-

тикальном положении расчалками, поддерживалась мостовым краном. В таком положении станина приподнималась гидравлическими домкратами и мостовым краном. Шпалы вынимались, и при помощи домкратов и крана станина опускалась

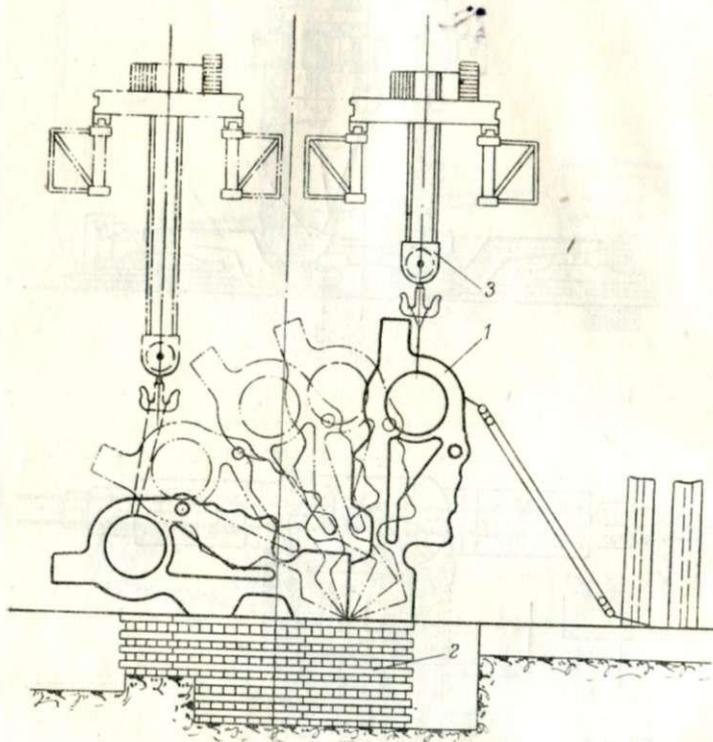


Рис. 19. Схема рабочих операций по разгрузке станины ножниц и укладка на шпальную клетку: 1—станина; 2—шпальная клетка; 3—грузовой крюк мостового крана

на анкерные болты. На рис. 20 схематически показаны установка и опускание станины на анкерные болты. Такелаж остальных деталей ножниц производился мостовым краном,

поскольку вес их не превышал его грузоподъемности. Станина выставлялась на оси гидравлическими домкратами. При монтаже ножниц (рис. 21) выяснилось, что необходимо отремонтировать корпус редуктора ножниц. Корпус редук-

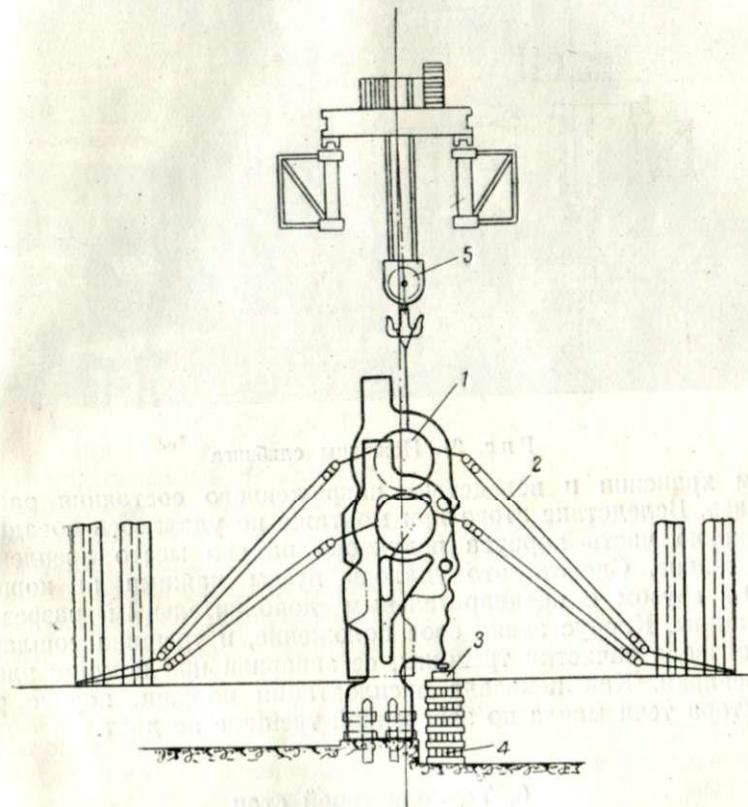


Рис. 20. Схема подъема и установки станины ножниц в рабочее положение: 1—станина; 2—растяжки; 3—гидравлический домкрат; 4—шпальная клетка; 5—грузовой крюк мостового крана

тора представляет собой большую стальную отливку. В нижней половине корпуса редуктора, вдоль оси проката, образовалась трещина, которая, надо полагать, при продолжитель-

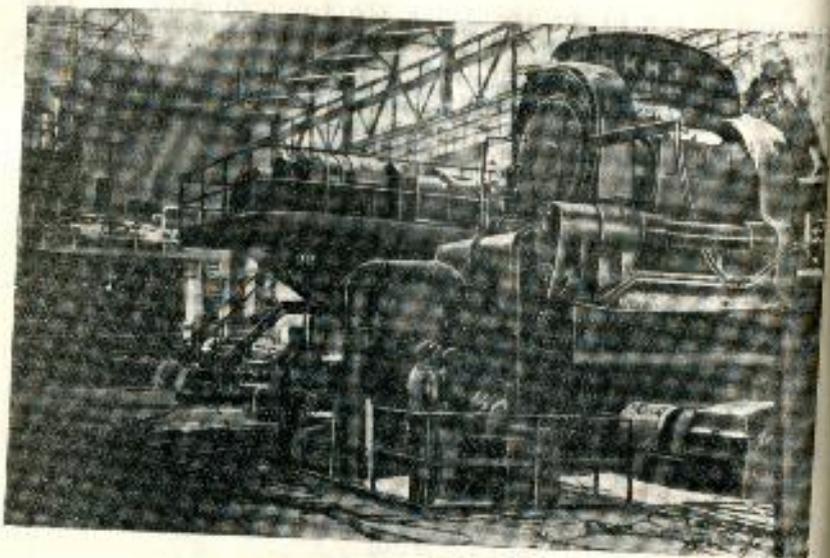


Рис. 21. Ножницы слябинга

ном хранении и вследствие напряженного состояния разошлась. Вследствие этого при монтаже не удавалось посадить нижнюю часть корпуса редуктора на его место крепления к станине. Сделать это удалось путем нажима на корпус 100-т грузом с предварительным дополнительным разрезом трещины. Корпус занял свое положение, и трещина сошлась. Произведя зачистку трещины, ее заварили при помощи электросварки. Как показала эксплуатация ножниц, корпус редуктора течи масла по заваренной трещине не дает.

6. Тонколистовой стан

Непрерывный тонколистовой стан завода «Запорожсталь» предназначается для прокатки: 1) тонкого стального листа толщиной до 6 мм, шириной 700—1 500 мм, длиной 1 500—6 000 мм; 2) рулонов диаметром 760—1 200 мм при тех же пределах толщины и ширины полосы.

Все валки рабочих и шестеренных клетей имеют роликоподшипники.

Уравновешивание валков окатиноломателей и рабочих клетей — гидравлическое.

Основное технологическое оборудование стана по последовательности прокатки:

1) две нагревательные печи с двойными толкателями реечного типа с усилием 70 т;

2) черновой окатиноломатель с гидравлическим уравновешивателем; максимальный подъем верхнего валка — 170 мм;

3) стол для поворотов слябов на 90°; подъем стола — 200 мм;

4) уширительная черновая клеть № 1;

5) поворотный стол;

6) горизонтальный эксцентриковый пресс давлением 1 800 т для обжима слябов по ширине с пружинящим рольгангом; максимальный обжим — 120 мм;

7) вертикальный эджер № 1 с раствором валков от 600 до 1 670 мм;

8) черновая клеть № 2;

9) вертикальный эджер № 2;

10) черновая клеть № 3;

11) вертикальный эджер № 3;

12) черновая клеть № 4;

13) летучие ножницы с прижимными роликами для обрезки концов с сечением до 1 500 × 18 мм при давлении 110 т;

14) чистой окатиноломатель;

15) чистовые клетки № 5 и 10.

Между чистовыми клетями установлены луперы (петлеуловители).

Дальнейшее движение полосы происходит в зависимости от характера последующей обработки. Полоса, предназначенная для холодной прокатки, сматывается в рулоны, для чего установлены две моголки, а идущая в отделку для выпуска готового горячекатаного листа — на одну из двух отделочных линий.

В настоящее время смонтирована правая линия, в которой последовательно расположены: 1) 11-валковая правильная машина для правки листов сечением до 1 520 × 12 мм; 2) летучие ножницы с ножами длиной 1 670 мм; давление ножа — 106 т; 3) 13-валковая правильная машина для правки листов сечением 1 520 × 1,25 — 6 мм; 4) карман (пайлер) емкостью

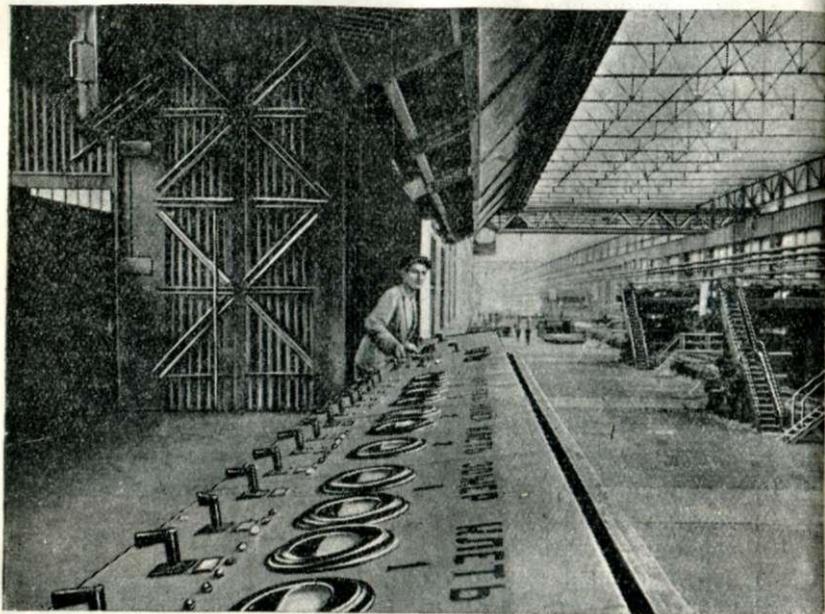


Рис. 22. Пост управления черновой группы тонколистового стана 45 т для листа длиной до 6 000 мм; 5) цепной уборочный транспортер.

Общая длина линии прокатки сляба от приемного рольганга до кармана составляет 465 м.

Восстановление левой дублирующей линии отделочных и транспортных устройств отнесено ко второй очереди строительства цеха.

Многочисленные механизмы стана управляются дистанционно с 12 постов (рис. 22). Действие этих механизмов при помощи разнообразной электроаппаратуры взаимно заблокировано и синхронизировано.

Для обслуживания механизмов стана установлены 12 систем густой смазки. Одиннадцать систем работают автоматически и одна — полуавтоматически. Оборудование смазочных систем расположено в масляных подвалах.

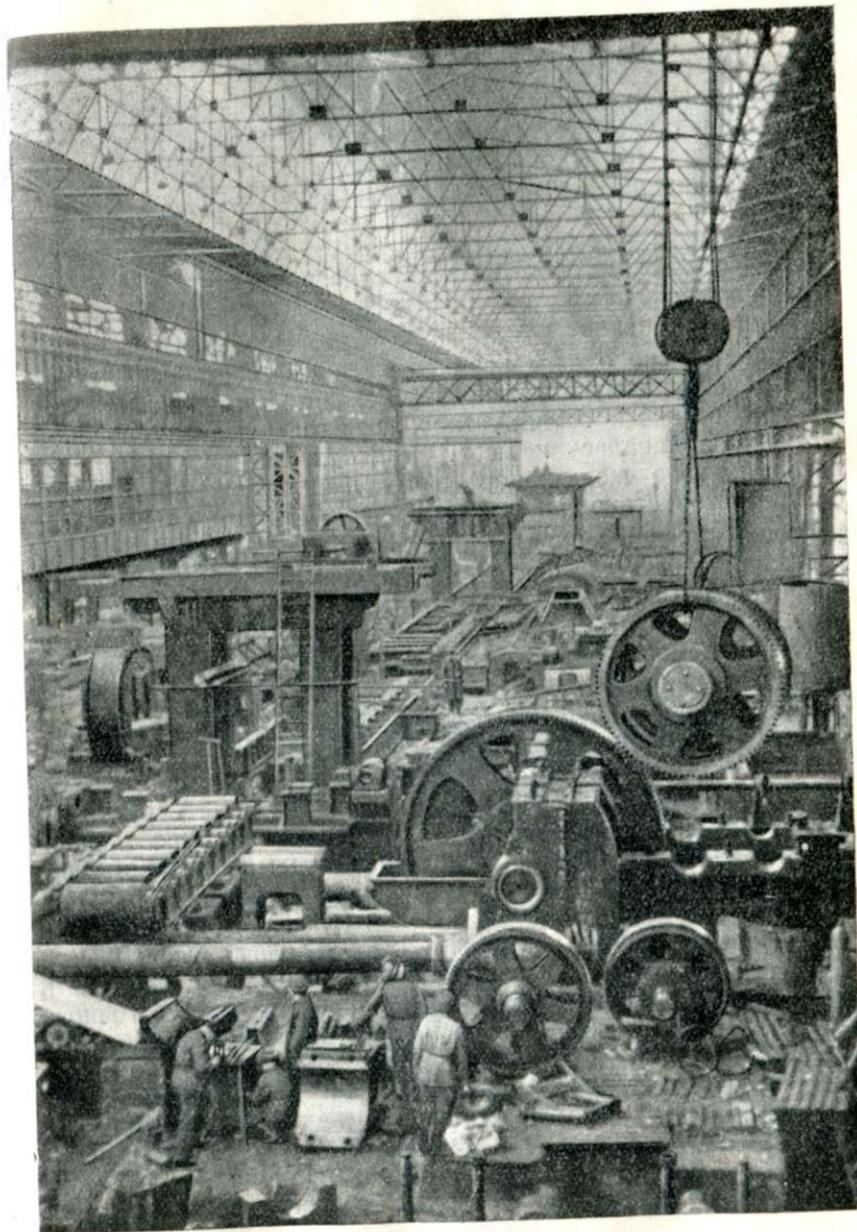


Рис. 23. Монтаж оборудования тонколистового стана

7. Монтаж тонколистового стана

При монтаже оборудования тонколистового стана (рис. 23) монтажники снова столкнулись с таким положением, когда поступающее оборудование и отсутствие необходимых монтажных кранов нарушили нормальную его технологию. В начале работ монтажники располагали в пролете тонколистового стана всего лишь одним монтажным краном грузоподъемностью 30 т. Это не позволяло приступить к монтажу станин клетей, вес которых достигал 90 т. Было решено начать монтаж с вспомогательного оборудования.

При наличии одного крана грузоподъемностью 30 т была произведена попытка установить станины клетей весом 90 т. Четыре станины были установлены следующим способом. Станина подавалась к месту монтажа на двух мульдových вагонетках по железнодорожному пути, уложенному вдоль фундаментов станов, и сгружалась следующим образом.

Один конец станины поднимали краном, и из-под нее откатывали первую вагонетку, после чего этот конец станины опускали на железнодорожный путь. Также поступали со вторым концом и откатывали вторую вагонетку. Дальше станину при помощи крана опускали в приямок фундамента, но от опоры не отрывали. Затем производился подъем станины в вертикальное положение за один конец, тогда как второй опирался на опору.

Операция установки станин подобным способом была исключительно трудоемка, и с получением второго мостового крана грузоподъемностью 20 т от нее отказались. Задача установки станин была решена иным путем. К кранам грузоподъемностью 30 и 20 т подвешивалась траверса, изготовленная из старой подкрановой балки (рис. 24). Для подвески траверсы к кранам по краям были сделаны специальные серьги, за которые траверса бралась на гаки. В средней части балки, в отношении 2 : 3, был закреплен гак 75-тонного крана, за который и производилась строповка станин при установке. При помощи такого приспособления станины клетей были установлены без излишней затраты времени.

График монтажа оборудования и ведения строительных работ был исключительно жесткий, и поэтому, чтобы сэкономить время и совместить ведение монтажных работ со строительными, широко практиковалась предварительная сборка

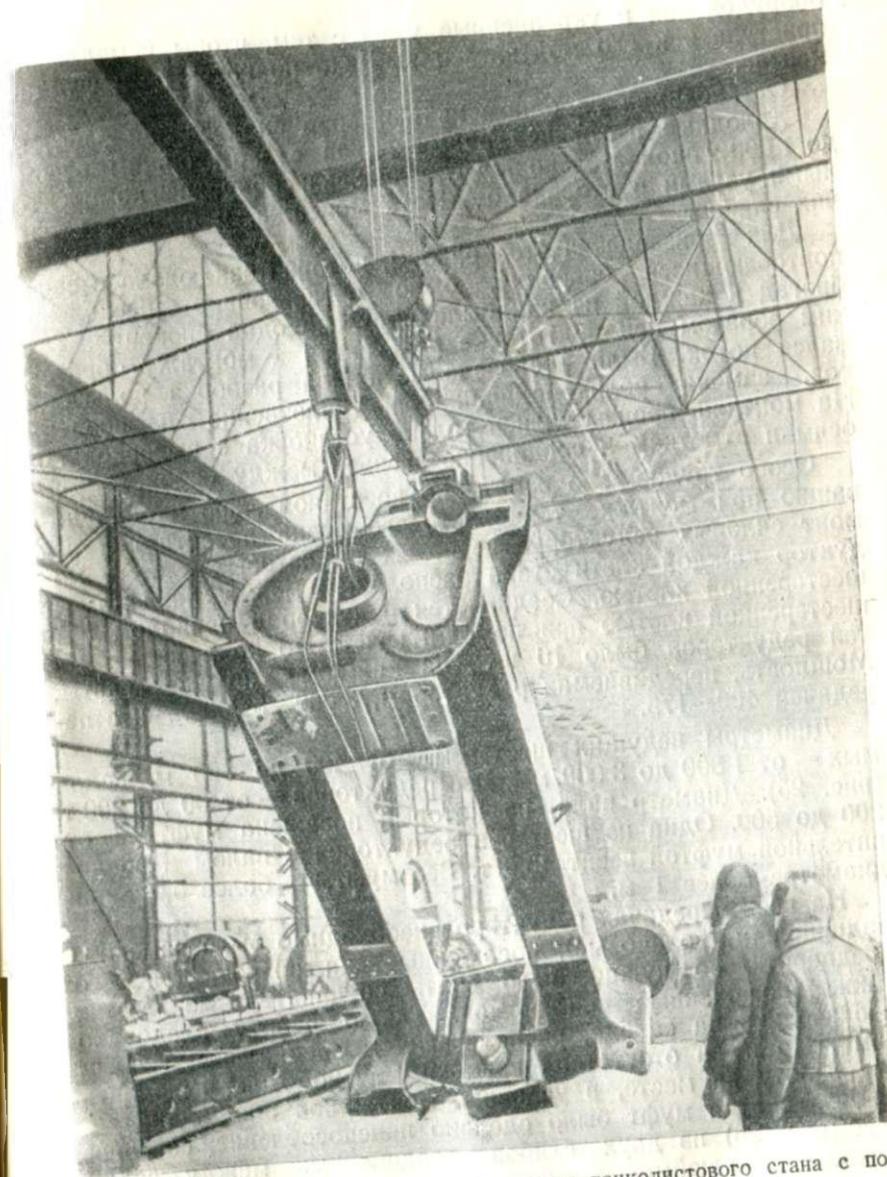


Рис. 24. Подъем станины черновой группы тонколистового стана с помощью траверсы

оборудования в укрупненные узлы с тем, чтобы немедленно приступить к его монтажу и выверке по готовности фундамента.

Остановимся на одном из примеров аналогичной работы.

Холодные и горячие рольганги за станом общим весом до 1 000 т окончательно подготавливались и собирались комплектными узлами в стороне от места монтажа, в пролете горячих слябов.

Для производства этой работы, которая заключала в себе повторяющиеся операции, было организовано несколько бригад и каждой из них была поручена одна операция. Таким образом при подготовке рольгангов к монтажу образовался поток. Были произведены полная разборка рольгангов, замена роликоподшипников, уплотнение и сборка. На монтаже производились только установка с выверкой цоосей и отметкам и соединение звеньев между собой.

Особо трудоемкую работу по восстановлению и оборудованию при монтаже тонколистового стана представлял ремонт силовых редукторов черновых и чистовых клетей. Редуктор каждой клетки стана расположен между приводом и шестеренной клетью. Соединяется редуктор с приводом и с шестеренной клетью при помощи муфт. По количеству клетей редукторов было 10 шт., на каждом — по две муфты. Мощность, передаваемая редуктором, 3 000—3 500 л. с. с передачей 400—175.

Диаметры ведущих шестерен — от 400 до 800 мм, ведомых — от 1 800 до 3 000 мм. Вес редукторов — от 60 до 200 т (рис. 25). Диаметр вала, на который посажена муфта, — от 200 до 500. Одна из шестерен редукторов с валом и соединительной муфтой весит 45,0 т. Вес муфты — более 5,0 т при диаметре более 1 м.

На всех передачах редукторов необходимо было заменить подшипники (роликовые), посаженные «на-горячо», для чего предварительно нужно было снять соединительные муфты, также посаженные «на-горячо». Такую работу следовало производить на заводе, располагающем специальными прессами. Но из-за отсутствия времени решено было выполнить эту работу на месте, в условиях монтажной площадки.

Для снятия муфт было сделано приспособление, состоявшее (рис. 26) из двух слябов, соединенных между собой восемью двухдюймовыми болтами. Один из слябов надевал-

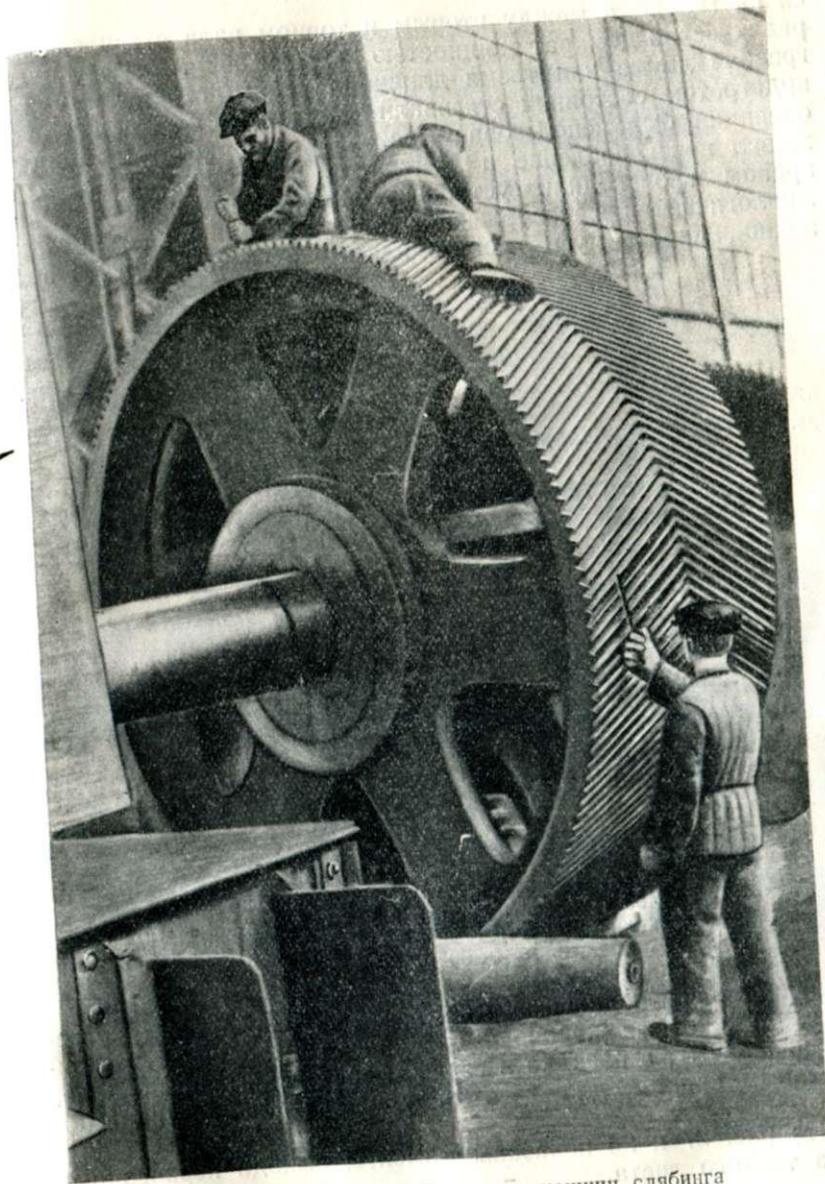


Рис. 25. Шестерня редуктора ножниц слябинга

ся на муфту, а между вторым и торцом вала ставился гидравлический домкрат мощностью 200 или 400 т. Муфту подогрели двумя или тремя длиннопламенными горелками и в подогретом состоянии стягивали усилием домкрата. На этой операции был использован мостовой кран, который поддерживал приспособление и домкрат в действии; кроме того, краном производили установку и снятие приспособления. Аналогичным приспособлением снимался подшипник. Посадка подшипников и муфт производилась с нагревом. Нагрев под-

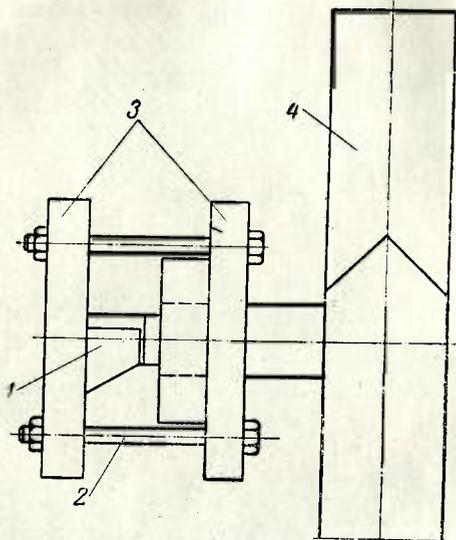


Рис. 26. Приспособление для съемки муфт: 1—домкрат, грузоподъемностью 400 т; 2—болт diam. 2"; 3—слябы толщиной 100 мм; 4—шестерня диаметром 3 200 мм.

шипников производился в масляных ваннах. Муфты нагревались в коксовых жаровнях, специально для этой цели сконструированных, а посадка в горячем состоянии производилась мостовым краном, для чего вала придавали вертикальное положение.

На рис. 27 и 28 показаны моменты выхода первого проката тонкого листа.

ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

1. Краткая характеристика электрооборудования

Электрическое хозяйство первой очереди завода «Запорожсталь» представляет собой мощную систему электроснабжения цехов с большим количеством сложного уникального электрооборудования.

Завод получает электроэнергию напряжением 6 кв от сети Днепроэнерго и напряжением 154 кв через главную понижающую подстанцию М. Первая очередь состоит из двух трансформаторов.

От главной понижающей подстанции электроэнергия передается в 15 цеховых подстанций, предназначенных для питания электрооборудования пусковых объектов: доменной печи, слябинга, горячего непрерывного тонколистового стана, холодной листостделки и вспомогательных цехов.

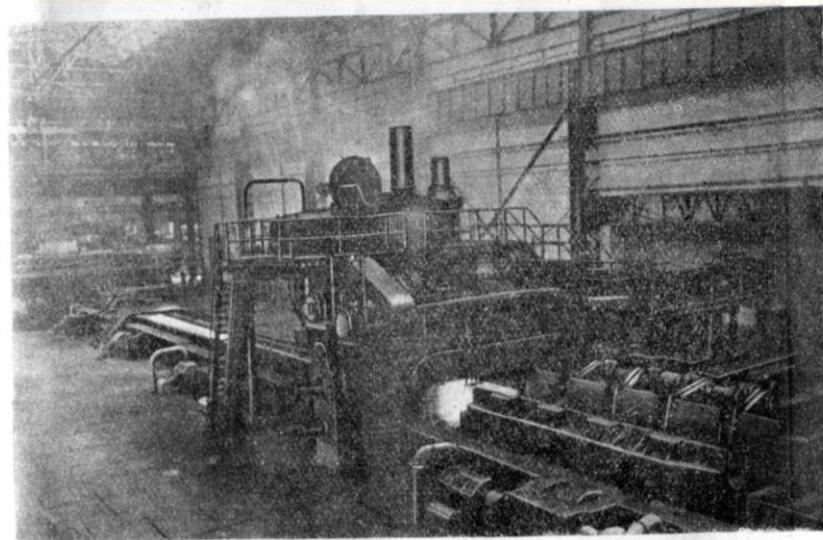


Рис. 27. Первый прокат

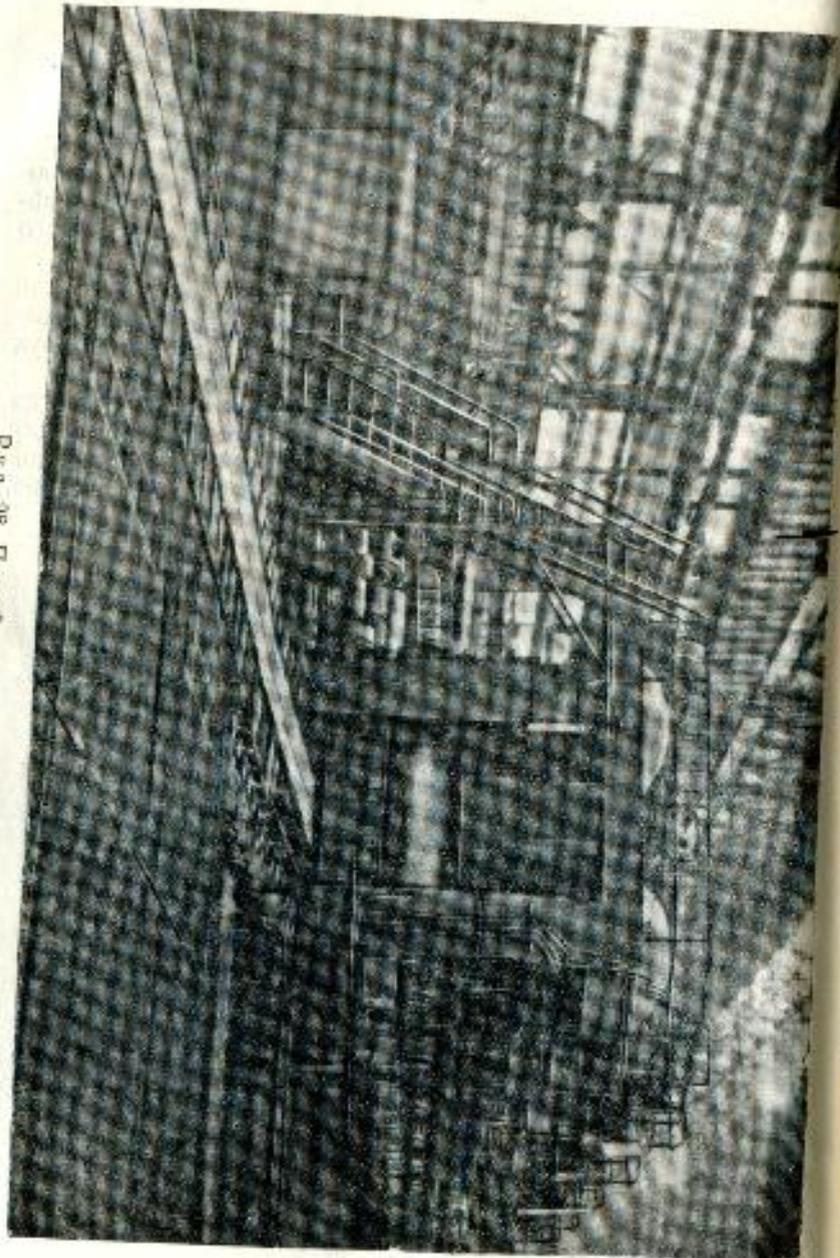


Рис. 28. Главный проект слябов

Технические данные основного электрооборудования следующие.

1. Доменная печь. Система автоматической загрузки каупера, козловый кран, рудная эстакада, вагон-весы, трансферкары, склад холодного чугуна, грануляционные бассейны, разливающая машина, газоочистка, 4 подстанции.

2. Слябинг. Горизонтальные валки — два электродвигателя постоянного тока по 5 000 л. с. Вертикальные валки — 1 электродвигатель 2 500 л. с. Агрегат, состоящий из одного синхронного электродвигателя мощностью 8 000 л. с., трех генераторов по 3 500 квт и маховика весом 85 т, с запасом кинетической энергии 400 000 л. с./сек.

3. Тонколистовой стан.

а) Главные приводы черновой линии.

Окалиноломатель — асинхронный электродвигатель 1 000 л. с., 6 000 в.

Первая черновая клеть — асинхронный электродвигатель 3 000 л. с., 6 000 в.

Остальные черновые клетки — три синхронных электродвигателя по 3 000 л. с., 6 000 в.

Эджеры — три электродвигателя постоянного тока по 275 л. с., 220 в.

б) Главные приводы чистовой линии.

Окалиноломатель — электродвигатель постоянного тока 500 л. с.

Чистовые клетки — 6 электродвигателей постоянного тока по 3 500 л. с.

Суммарная мощность электродвигателей главного привода тонколистового стана — 35 000 л. с.

Электродвигатели чистовых клеток питаются от двух агрегатов Леонарда, каждый из которых состоит из асинхронного электродвигателя 7 500 ква, 6 000 в и двух генераторов постоянного тока по 3 500 квт.

4. Стан холодной прокатки. Каждая из трех клеток приводится в действие от электродвигателя постоянного тока 600 в, 1 500 л. с. и моталка — от электродвигателя 500 л. с.

Эти электродвигатели питаются от агрегата Леонарда с приводным мотором 5 000 ква.

5. Вспомогательные механизмы прокатных цехов, имеющие наиболее сложное электрооборудование:

а) ножницы для резки слябов с автоматическим управлением по схеме Леонарда, пускаемые при каждом порезе металла;

б) летучие ножницы для резки полосы на листы: две ножниц на горячем стане и две — в цехе холодной листоотделки, синхронизированные с выходными скоростями металла;

в) моталки рулонов полосы горячего стана;

г) линию непрерывной травки полосы в цехе холодной листоотделки, работающую синхронно при наличии большого количества последовательно действующих механизмов;

д) регулируемые отводные рольганги горячего тонколистового стана, каждый ролик которых приводится в действие от индивидуальных асинхронных электродвигателей (их общее количество — 800; в первый пусковой комплекс вошло 500). Эти электродвигатели питаются от специальных преобразователей частоты. При изменении частоты тока изменяется одновременно скорость всех роликов рольгангов.

Управление всем станом сконцентрировано на четырех главных и десяти вспомогательных постах управления.

2. Электромонтажные работы

Трестом «Южэлектромонтаж» было выполнено:

а) проектирование всего электрического хозяйства (кроме теплоэлектроцентрали);

б) электромонтажные работы всех электротехнических устройств;

в) наладка объектов электроснабжения и электропривода;

г) опробование электрических установок и обеспечение возможности опробования и обкатки всего технологического оборудования;

д) временная эксплуатация смонтированных электрических устройств до ввода их в нормальную эксплуатацию.

Сложность поставленной перед электромонтажниками задачи восстановления завода «Запорожсталь» усугублялась необходимостью полного восстановления электрохозяйства, а также ограниченным временем для производства всех работ.

Электромонтажные работы полностью развертываются только после того, как технологами и строителями проделана

большая часть их работы, а заканчивается с таким расчетом, чтобы оставалось время на опробование и обкатку технологического оборудования. Эти операции возможны лишь при полной готовности объектов электроснабжения и электропривода.

Работы по наладке аппаратуры, режиму работы сложных систем управления, сигнализации и т. п. в автоматизированном электроприводе пришлось вести параллельно с общестроительными и монтажными работами.

Электромонтажникам вменялась в обязанность временная эксплуатация всего электротехнического оборудования в период опробования и обкатки технологического оборудования, а также комплексного опробования объектов до ввода последних в нормальную эксплуатацию.

В истории строительства и восстановления металлургических предприятий еще не было примера выполнения столь огромного объема исключительно сложных работ на одной площадке в такой короткий промежуток времени.

3. Основные мероприятия, ускорившие темпы электромонтажных работ

До предела сжатые сроки ввода в эксплуатацию объектов завода «Запорожсталь» поставили перед электромонтажниками задачу максимального уплотнения рабочего времени.

Время являлось решающим фактором, определявшим организацию и ведение проектных, монтажных и наладочных работ.

Основными мероприятиями, направленными на уплотнение рабочего времени, были:

а) ведение электромонтажных работ параллельно со строительными работами и «складской» монтаж;

б) ведение работ по четкому графику;

в) индустриализация работ;

г) механизация монтажных операций;

д) новые технические решения и

е) новые приемы наладки электрооборудования.

а) Совмещенная работа со строителями

Как правило, монтаж электрооборудования начинается после окончания основных строительных работ, включая оштукатуривание всех внутренних помещений. Такой порядок

имеет ряд преимуществ технологического характера, но удлиняет сроки ввода объектов в эксплуатацию.

При восстановлении завода «Запорожсталь» этот порядок был изменен коренным образом. Монтажные работы велись одновременно со строительными (рис. 29).

Все монтажные работы были разбиты на подготовительные и собственно монтажные. К подготовительным работам

Последовательная работа
(Прежде)

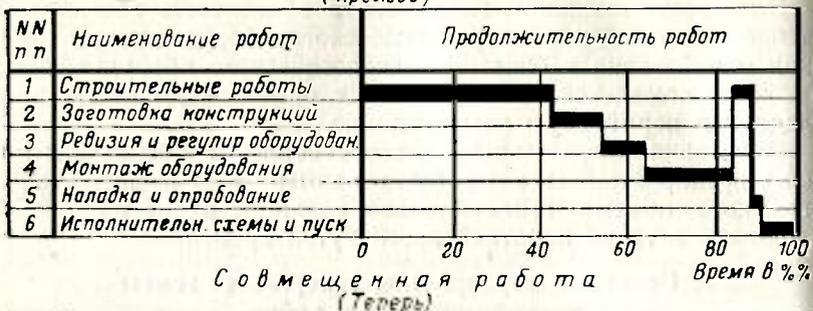


Рис. 29. Сравнительные графики старых и новых методов организации электромонтажных работ

относились: заготовка крепежных конструкций, ревизия электрооборудования и подготовка места установки оборудования; к собственно монтажным работам — установка и наладка электрооборудования.

Момент начала строительных работ явился моментом начала и подготовительных электромонтажных работ. Парал-

лельно с подготовкой здания к установке в нем технологического и электрического оборудования заготавливались монтажные конструкции, производились складской монтаж и складская наладка электрооборудования, которое, таким образом, поступало на место установки в совершенно готовом для опробования виде (рис. 30).

Прежде



Теперь

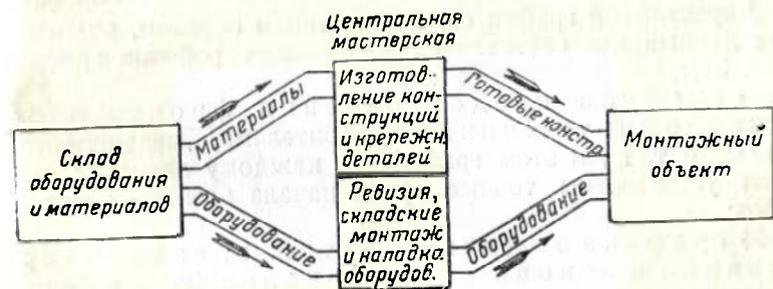


Рис. 30. Сравнительная схема поступления электрооборудования и материалов на монтажные объекты

Внутри цехов подготовленное при складском монтаже электрическое оборудование монтировалось задолго до окончания строительных работ. Так, например, магнитные станции управления вспомогательными механизмами тонколистового стана устанавливались на полу в то время, когда еще не было сооружено помещение для этих станций.

Все отделочные работы выполнялись одновременно с подготовкой электрооборудования к пуску.

Такая организация работ имела место на подстанции М. Как только были закончены вчерне основные строительные работы первого этажа, немедленно, до начала отделочных работ, приступили к монтажу электрической части. По мере окончания строительства второго и третьего этажей начинались и электромонтажные работы.

Совмещенная работа со строителями по сравнению с последовательной работой сокращает время производства работ примерно в 2 раза.

б) Графики работ

В основу организации работ по каждому объекту были положены общие директивные графики, которыми определялись окончание отдельных узлов электромонтажных работ, технологическая последовательность работ и количество потребной рабочей силы и которые составлялись на основе точно подсчитанных объемов работ и рабочих норм выработки.

Директивный график содержал, таким образом, все основные данные для составления следующих рабочих графиков (рис. 31):

1) графика предоставления фронта работ электромонтажникам строителями, механомонтажниками и т. д.; в этом графике по каждому элементу работ были установлены точные сроки начала электромонтажных работ;

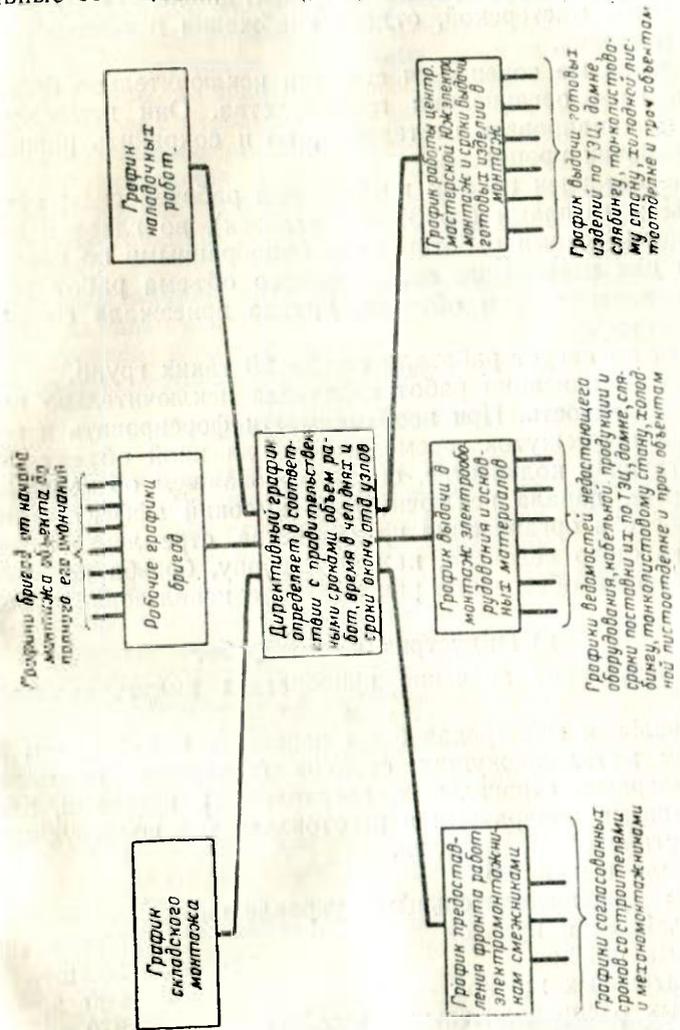
2) графика выдачи в монтаж электрооборудования и основных материалов (шин, кабельной продукции, проводов и т. п.) заказчиком-заводом «Запорожсталь»;

3) графика работы центральной мастерской Южэлектромонтажа и сроков выдачи готовых изделий в монтаж;

4) рабочих графиков бригад; каждая бригада получала подробный график работ, от начала до полного окончания и ввода в действие данного объекта;

5) графиков складского монтажа и наладочных работ.

График был основным организующим началом. Для контроля его выполнения ежедневно проводились внутренние оперативные совещания.



Р и с. 31. Схема построения графиков электромонтажных работ на объектах

На этих совещаниях принимались необходимые решения, давались конкретные указания, разбирались различные невыяски.

На совещаниях обязаны были присутствовать руководители участков монтажных работ, проектной бригады, младших бригад, группы по комплектованию оборудования центральной мастерской, отдела снабжения и главный механик управления.

Оперативные совещания сыграли исключительно большую роль в деле организации производства. Они помогали не только ликвидировать отставание, но и сохранить равномерность рабочих процессов.

Был составлен график поступления рабочей силы организованными группами (по 30—50 человек), во главе с инженерно-техническими работниками, подобренными по квалификациям для исполнения определенного объема работ на заданном ранее подготовленном объекте. Группа приезжала со своим инструментом.

С мая по август работало свыше 20 таких групп.

Такая организация работ создавала исключительно высокую маневренность. При необходимости форсировать в определенный промежуток времени тот или иной объект переброска групп в количестве, соответствовавшем объему работ на объекте, давала исключительно высокий эффект.

Четкость и организация производства, стремление использовать каждого человека, каждую группу, борьба за выполнение графика обеспечили рациональное использование рабочей силы.

в) Индустриализация работ

Исключительное значение приобретала индустриализация работ.

Центральная мастерская была оснащена надлежащим количеством металлорежущих станков (токарных, револьверных, фрезерных, строгальных, сверлильных), прессами, электросварочными аппаратами и изготовляла все конструкции электроустановочные изделия.

Ею было выпущено:

Щитов распределительных управления релейных и пультов	— 1 800 панелей
Силовых щитков	— 535 шт.
Осветительных щитков	— 900 »
Силовых распределительных шкафов	— 270 »
Электромонтажных конструкций для подстанций и силового электрооборудования	— 1 150 т

Помимо отдельных элементов электрических устройств, в центральной мастерской производилась заготовка целых монтажных узлов. Так, например, в ряде мест канализация энергии осуществлялась проводкой в стальных трубах (фундаментных в полах цехов и в бетонных массивах (фундаментах и т. п.). Трубы по шаблонам заготавливались в мастерской и после установки строителями опалубки укладывались на место без какой-либо дополнительной подгонки.

Заблаговременная заготовка конструкций и монтажных изделий сводила собственно монтажные работы к простой сборке конструкций, установке на них аппаратов и креплению последних.

На подстанциях применялись навесные панели с выполненной на них вторичной коммутацией. Эти панели также изготавливались в центральной мастерской. На месте работ производилось только подсоединение контрольных кабелей.

г) Механизация монтажных операций

Следующим мероприятием по уплотнению рабочего времени явилась максимальная механизация трудоемких монтажных операций. На всех монтажных точках широко применялись моторные и ручные прессы, термические и маятниковые пилы, шинфрезерные станки, трубо- и шиногибы, сверлильные станки, электро- и газосварка и т. д.

В качестве примера механизации работ можно привести организацию работ на главной понизительной подстанции завода М, которая была смонтирована в исключительно короткий срок — 3 месяца (до войны эта подстанция монтировалась 8 месяцев). Строительная часть была полностью разрушена оккупантами и при восстановлении сооружалась заново.

В общем объеме электромонтажных работ по этой подстанции значительный вес по трудоемкости имели работы по ошиновке.

Для зачистки контактов в шинах нормами предусмотрено 65 дней непрерывной работы одного шинфрезерного станка, в то время как по графику для этой работы отводилось всего лишь 20 дней. Для разрешения этой задачи на третьем этаже подстанции было установлено два шинфрезерных станка, на которых фрезеровка контактных поверхностей шин осуществлялась в точно установленный графиком срок.

Шлифовка контактов производилась на наждачно-обдирочных станках при помощи специальных дисков с кардолентной обшивкой.

Не менее трудоемкой работой при ошиновке является сверление отверстий в шинах. Для выполнения этой работы по существующим нормам требовалось установить 10 сверлильных станков с диаметром сверления 25—30 мм, что не представлялось возможным. Поэтому сверление было заменено вырубкой на прессах, для чего потребовалось их переоборудовать, а также разработать и изготовить специальные штампы.

Изгибание шин на плоскость производилось целыми пакетами на специальных станках и на ручных шиногибах, изготовленных в монтажных мастерских.

Шины с одной операции на другую подавались по рольгангам, что значительно ускоряло ход работы и давало экономии рабочей силы.

Механизация ошиновочных работ сократила время на ошиновку на 40%.

Подача всех материалов, оборудования и механизмов на верхние этажи подстанции производилась кранами.

Отверстия в бетоне изготовлялись при помощи пневматических молотков, которые работали от трубопровода сжатого воздуха.

д) Новые проектные решения

Все необходимые чертежи требовалось выполнять в кратчайшие сроки и принимать такие решения, которые приводили бы к сокращению объема строительных и монтажных работ.

Проектные организации договорились оставить в основном без изменения довоенный проект. Это дало возможность вести параллельную разработку всех проектных вопросов, немедленно составлять необходимые спецификации и заниматься поставкой оборудования.

Использование сохранившихся строительных сооружений

При проектировании использовались сохранившиеся строительные сооружения и фундаменты, хотя вновь устанавливаемое оборудование во многих случаях существенно отличалось

от довоенного. Были использованы сохранившиеся подстанции, фундаменты под двигатели и преобразовательные агрегаты, сооружения по кабельным трассам, кабельные конструкции, трубная канализация и т. д.

Так, например, было использовано сохранившееся машинное помещение доменной печи № 3, в котором устанавливалось оборудование, совершенно отличное от прежнего. При этом было принято такое расположение оборудования и найдены такие монтажные соединения отдельных его элементов, которые позволили полностью использовать всю довоенную трубную канализацию.

Все это имело большое значение с точки зрения сокращения монтажных работ.

Упрощение строительной части

В целях упрощения строительной части вновь возводимых подстанций применялись кирпичные перегородки вместо железобетонных и металлические кронштейны для сборных шин вместо железобетонных полок. К значительному упрощению работ приводила также установка комплектных металлических распределительных устройств.

Такие устройства были применены для агрегатов Леонарда доменного подъемника, двигателей дезинтеграторов подстанции газоочистки, двигателей компрессорной прокатного цеха № 25, мотор-генераторов подстанции разливочной машины подстанции № 25 цеха холодной прокатки и агрегата Леонарда стана поперечной прокатки.

Пересмотр мощности преобразовательных агрегатов и трансформаторов

Полной ревизии был подвергнут вопрос об установленной мощности преобразовательных агрегатов и трансформаторов. Эта ревизия производилась на базе довоенного опыта эксплуатации, а также изучения лабораторных документов по фактической нагрузке механизмов, имевшей место в довоенное время. В результате этой работы было значительно сокращено число мотор-генераторов против довоенного времени, а именно были приняты к установке: на слябинге—два мотор-генератора по 1 000 квт вместо трех по 1 000 квт; на тонколистовом стане — три мотор-генератора вместо шести; в цехе холодной

прокатки — три вместо пяти. Всего по листопрокату было сэкономлено шесть мотор-генераторов по 1 000 квт. Это в свою очередь позволило отказаться от сооружения двух подстанций: одной — в цехе тонкого листа и одной — в цехе холодной прокатки.

Были уменьшены также количество и мощность установленных трансформаторов: из установленных ранее на листопрокатном стане 28 трансформаторов общей мощностью в 19 640 ква было оставлено 16 трансформаторов общей мощностью 13 560 ква.

Переработка схем электроснабжения

Коренной переработке подверглись схемы низковольтного электроснабжения.

До войны все сети были радиальные с большим коэффициентом резерва.

При восстановлении старались перейти к магистральным сетям постоянного тока и по возможности приблизиться к простейшей системе блока «генератор — магистраль».

Магистральная система питания была применена на слябинге, в цехе холодной прокатки и частично в цехе тонколистового стана. При этом вопросы резервирования решались не за счет увеличения расхода меди, а путем сооружения коротких перемычек между отдельными пунктами сети с учетом неодновременной загрузки этих пунктов. Упрощение питательных сетей позволило не только сэкономить медь и уменьшить протяженность сети, но и весьма существенно сократить количество промежуточных распределительных пунктов с их тяжелой дефицитной аппаратурой.

Рационализации подверглись также и сети трехфазного тока.

Перечисленные выше мероприятия, а также то обстоятельство, что расчеты питательной сети производились с учетом фактической нагрузки на механизмы, дали довольно ощутительный экономический эффект.

Было сэкономлено: по слябингу — 10 т меди, 40 панелей щитов и 27 тяжелых многоамперных автоматов; по тонколистовому стану — 32 т меди; по холодному прокату — 20,5 т меди.

Объем коммутационных работ был существенно сокращен за счет отказа от дистанционного управления целым рядом фидеров и замены его ручным управлением.

До войны 1/6 машинного зала слябинга была занята командным помещением, в котором было установлено 73 панели щитов управления и релейных и 15 панелей пультов управления.

По новому проекту от этих щитов и пультов отказались. Таким образом освободилось 5 070 м³ машинного зала, в пределах которых можно было построить бытовые помещения.

Были рационализированы все схемы управления механизмами.

Так, на тонколистовом стане было устранено дублированное управление нажимными винтами, механизмами установки роликов эджеров, обратными подачами и направляющими линейками всех 12 клетей.

В результате такого мероприятия на тонколистовом стане вместо 14-панельного пульта управления был установлен 7-панельный пульт.

Экономия в ошиновке была достигнута благодаря применению в распределительном устройстве ряда подстанций одной системы сборных шин вместо двух, а также улучшению коммутации главных приводов.

Организация проектирования

С организационной стороны центральной задачей при проектировании было оперативное преодоление трудностей, связанных с неравномерным поступлением оборудования.

Немедленно после выпуска первых чертежей и первых заявочных спецификаций часть проектных работников была переведена в отдел оборудования «Запорожстали».

Эта группа, задачей которой являлась увязка работы проектного управления треста «Южэлектромонтаж» с работой отдела оборудования завода, просуществовала до последнего дня строительства, причем ее состав постепенно усиливался, а функции менялись. Если первоначально в задачи этой группы входило помочь отделу оборудования в замене запрокинутого оборудования наличным и быстрая информированная об этих заменах проектировщиков, то по мере разворота монтажных работ ей была вменена в обязанность также помощь начальникам монтажных участков в вопросах выписки и оформления оборудования.

Работа проектировщиков непосредственно на объекте

Как только все принципиальные вопросы проектирования были разрешены, а центральный архив проектного управления был полностью использован, все проектировщики «Запорожстали» переехали из Харькова в Запорожье.

Присутствие проектировщиков на площадке позволило быстро и оперативно вносить соответствующие коррективы в чертежи, а в случае необходимости и выполнять чертежи заново.

Какое значение имела такая форма организации, можно пояснить следующим.

Во время монтажа доменной печи выяснилось, что ряд панелей имеет такие повреждения, устранение которых не может не отразиться на общем сроке пуска печи.

Было решено использовать для доменной печи № 3 комплект панелей, предназначенных для доменной печи № 4. Так как оба комплекта отличались друг от друга, то такое решение в обычных условиях неминуемо привело бы к необходимости переработать части монтажных схем.

При восстановлении первой очереди завода «Запорожсталь» необходимый перемонтаж был выполнен без чертежей по эскизам, детальную разработку которых проводили совместно наладчики и коммутатчики. Здесь сказались преимущества комплексного выполнения одним трестом проектных, монтажных и наладочных работ.

Новые приемы наладочных работ

Главной задачей наладочных работ являются уточнение и проверка проектных решений, а также внесение всех необходимых коррективов в смонтированную часть установки.

Наладчики непосредственно отвечают за безаварийное опробование и ввод в действие всей установки.

Укомплектование наладочных бригад является весьма серьезной задачей, когда речь идет о пуске такого сложного объекта, как «Запорожсталь».

Так, например, все механизмы тонколистового стана должны были пройти опробование с 1 по 10 августа, а 10 августа необходимо было обеспечить комплексное холодное опробование всего стана.

При этих условиях невозможно придерживаться обычного порядка ведения наладки — по окончании монтажных работ. Необходимо было монтажные и наладочные работы вести параллельно с таким расчетом, чтобы разрыв во времени окончания механомонтажных и электромонтажных работ, с одной стороны, и наладочных работ, с другой, измерялся бы часами, а не днями или неделями.

Кроме того, монтаж крупных машин по сути дела являлся ремонтом и восстановлением машин на месте монтажа. Эта работа производилась проектно-восстановительным трестом (ПВТ) Министерства электропромышленности также параллельно со всеми остальными монтажными работами. Наладчики должны были строить свою работу таким образом, чтобы не срывать работы ПВТ.

Как известно, при очень большом количестве наладочных работ необходима прокрутка машин и механизмов. Однако на строительстве машины главных приводов не могли прокручиваться, потому что они либо ремонтировались, либо сушились, либо испытывались, либо проверялись механиками. Затем нужно было устранять все недоделки и дефекты, отмеченные эксплуатацией.

В таких условиях введение специальной прокрутки машин для наладки режимов управления означало бы удлинение общего срока производства работ.

Поэтому наладка режимов работы машин производилась расчетно-лабораторными методами, при которых вся работа производилась не при вращающихся, а при неподвижных машинах.

В качестве примера можно привести следующее.

Главный привод слябинга имеет индивидуальный привод валков и независимый привод вертикальных валков. Вследствие необходимости согласования скоростей горизонтальных и вертикальных валков этот привод требует особенно тщательной настройки всех режимов управления. Эта настройка была произведена при неподвижном состоянии главных машин, при этом обороты прокатных моторов были замерены в первый раз тогда, когда слябинг прокатывал уже третий слиток.

Такая «статическая» настройка оказалась возможной благодаря наличию экспериментальных характеристик машин, снятых в довоенное время.

Недостающие данные получали путем производства соответствующих измерений при вращении машин. На базе этих экспериментальных материалов производился полный расчет всех параметров системы управления и затем уже выполнялась настройка этой системы. При настройке какого-либо элемента системы разрабатывалась искусственная схема, детали которой определялись состоянием монтажных работ в данный момент, причем очень часто схема, разработанная для каких-либо работ последующего дня, затем полностью изменялась вследствие изменившегося состояния всех остальных работ.

Путевые выключатели приводов со сложными путевыми режимами настраивались также заранее по расчетным данным, прежде чем путевой выключатель поступал на монтаж или присоединялся к механизму.

Такой метод настройки применялся для всех путевых выключателей доменной печи, ножиц слябинга, подъемно-поворотных столов тонколистового стана и др.

Немедленно по окончании монтажных работ механизм или комплекс механизмов включался и опробовался во всех автоматических режимах работы.

По окончании монтажа оказывалась готовой и комплексная автоматика.

В цехе холодного проката имеется большое число механизмов с широкой регулировкой. Для синхронной работы этих механизмов двигатели обычно снабжаются специальными реостатами. Поскольку при пуске первой очереди завода «Запорожсталь» специальных реостатов не было, применили следующий метод наладки. При первой прокрутке для механиков разрабатывалась схема, позволявшая экспериментальным путем получить необходимые характеристики двигателей. На основании этих экспериментальных характеристик производился полный расчет реостатов с учетом особенностей каждой линии, и затем полученные от отдела оборудования реостаты переделывались в соответствии с расчетом.

Расчет и переделка реостатов представляли весьма трудоемкую работу, которая производилась в отдельном помещении задолго до настройки технологической линии.

Необходимо отметить следующие обстоятельства, которые усложнили работу наладочных групп.

а) К моменту опробования того или иного механизма не всегда заканчивались монтажом посты управления. Для того чтобы не задерживать опробования механизма, наладчики монтировали временные командоаппараты.

б) Не всегда своевременно подготавливалась система энергоснабжения.

При монтаже комплекса доменное строительство и монтаж всех элементов системы энергоснабжения велись параллельно со строительством и монтажом технологических агрегатов, и, таким образом, доменная подстанция не могла быть закончена в сроки, необходимые для опробования механизмов. В этом случае во избежание задержек был смонтирован агрегат Леонарда главного подъема и была намечена временная схема переключения, позволяющая использовать агрегат Леонарда либо по его прямому назначению для главного подъема, либо в качестве источника постоянного напряжения для прокрутки всех остальных механизмов.

в) На слябинге мотор-генераторы, питающие вспомогательные механизмы, были смонтированы своевременно, но не могли быть использованы для прокрутки и наладки этих механизмов, так как от них производилась сушка машин главного привода.

Для опробования механизмов слябинга было подано временное питание от мотор-генератора тонколистового стана с использованием троллейных линий.

г) В объем наладочных работ включалось внесение переделок в системы управления, если необходимость таких переделок выявлялась в процессе наладки. Такие изменения пришлось внести в систему загрузки доменной печи, в схему главного привода слябинга, в схемы синхронных моторов главных приводов тонколистового стана и станов холодной прокатки, в схемы подъемно-поворотных столов тонколистового стана и др.

д) На «Запорожстали» пришлось иметь дело также с довоенным оборудованием, а это существенным образом увеличивало объем работ по регулировке аппаратуры, ибо нормально, при поступлении нового оборудования, часть этой регулировки должна производиться на заводе-изготовителе.

При всей сложности наладочных работ опробование и пуск всех объектов прошли совершенно безаварийно.

Все работы были сданы без недоделок. Вся техническая документация, насчитывающая десятки томов, полностью сдавалась к моменту ввода объекта в эксплуатацию.

Это было достигнуто организацией специальной группы по подготовке технической документации к сдаче объекта. Одновременно с исполнением монтажных и наладочных работ, по мере их завершения, готовилась вся техническая документация. Таким образом достигли того, что разрыв между полным окончанием работ и готовностью технической документации составлял 1—2 дня.

Опыт, накопленный за время скоростного электромонтажа первой очереди завода «Запорожсталь», дает возможность сделать общие выводы, которые могут быть использованы на других строительствах промышленных предприятий Советского Союза.

1. Совмещенная работа электромонтажников со строителями по четким и технически обоснованным графикам значительно сокращает время производства работ и должна быть рекомендована к широкому применению.

На основе общего директивного графика для данного объекта должны составляться графики монтажных бригад, мастерских, наладочных бригад, групп технической документации и комплектования оборудования. В процессе работ в оперативном порядке должны быть приняты меры по обеспечению выполнения сроков, установленных директивным графиком.

2. Как правило, основное электрооборудование, кроме крупных машин, и материалы, поступающие на монтаж, должны проходить через центральные монтажные мастерские.

В этих мастерских электрооборудование подвергается ревизии, мелкому ремонту, регулировке, наладке, изготавливаются монтажные конструктивные узлы, производится окраска и т. д. Иными словами, в мастерских ведутся складской монтаж и складская наладка.

По мере готовности строительных сооружений электрооборудование и конструкции в подготовленном виде передаются на место монтажа, и собственно монтажные работы сводятся к простой установке и креплению.

3. Составление технической документации должно производиться параллельно со строительными-монтажными работами и к моменту окончания монтажа и наладки техническая до-

кументация должна быть готова (для представления объекта к сдаче в эксплуатацию).

4. На крупных объектах строительства должны находиться проектные бригады для обеспечения в оперативном порядке монтажников технической документацией в полном соответствии с изменениями технических характеристик технологического и электрического оборудования и с местными условиями строительства и монтажа, а также для своевременного согласования исполнительных чертежей.

5. Окончание электромонтажных работ должно совпадать по времени с окончанием наладочных работ и исполнительной технической документации.

6. В результате всех перечисленных мероприятий весь комплекс проектно-монтажно-наладочных работ выполняется в 2 раза скорее по сравнению с общепринятыми методами ведения электромонтажа.

Глава V

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1. Асбестоцементные плиты специального профиля

На заводах черной металлургии кровельные покрытия объектов доменных, мартеновских и значительной части прокатных цехов (холодные помещения) обычно выполняются из волнистого железа.

Практика показала, что этот самый распространенный в металлургии вид покрытия не является ни долговечным, ни экономичным.

На волнистое железо оказывают воздействие производственные газы металлургических заводов и атмосферные осадки. Металл быстро корродирует, и срок службы его сокращается до 3—5 лет. При этом ежегодно расходуется большое количество тонколистовой стали. Кроме того, кровля из волнистого железа требует повышенных эксплуатационных расходов в связи с необходимостью производства периодических покрасок.

Здания большинства металлургических цехов осуществляются в виде металлических конструкций с заполнением

каркаса кладкой в один кирпич или полкирпича. Такое строительное решение обеспечивает достаточную долговечность только при условии применения высококачественных стеновых материалов. Часто применяемые в строительной практике трепельные и шлаковые заменители в большинстве случаев оказываются неморозоустойчивыми и недолговечными.

Применяемое в ряде случаев заполнение стен волнистым железом (литейные цехи Ново-Тульского, Макеевского, Запорожского металлургических заводов) обладает теми же недостатками, что и покрытие волнистым железом, — оно недолговечно (срок службы 4—5 лет) и требует систематических ремонтов.

Проектными организациями Министерства строительства предприятий тяжелой индустрии была проведена большая работа по разработке, теоретической и практической проверке нового вида материала, обеспечивающего высокоэффективное решение кровель и стеновых заполнений промышленных цехов, в том числе основных сооружений металлургических заводов.

Асбестоцементные плиты специальных усиленных профилей впервые в СССР в больших масштабах были применены на строительстве Запорожского металлургического завода. Изготовление этих плит было освоено Краматорским заводом Министерства строительных материалов.

Покрытия и стеновые ограждения, выполненные из асбестоцементных волнистых плит, отвечают всем необходимым требованиям: этот материал не подвергается коррозии, экономичен, имеет минимальный вес и нетрудоемок в работе.

Конструкции из асбестоцементных плит не требуют эксплуатационного ухода, изготавливаются они из недефицитных материалов. Разработанная и осуществленная на строительстве «Запорожсталь» технология монтажа стен и покрытий из асбестоцементных плит показала возможность высокой индустриализации работ и ведения последних с малой затратой рабочей силы, особенно рабочих высокой квалификации.

Волнистые асбестоцементные плиты были использованы при строительстве объектов Запорожского металлургического завода: для кровли здания разливочного машин — 1 350 м²; для кровли здания ремонтно-механического цеха треста «Запорожстрой» — 3 400 м²; для стен цеха тонкого горячекатаного листа и стен цеха холодной листоотделки — 34 500 м².

Всего кровельных и стеновых конструкций из асбестоцементных плит специальных профилей на Запорожском металлургическом заводе выполнено 39 250 м².

Устройство асбестоцементных стен производилось с легкими подвесными лестничными лесами. Бригада рабочих в составе семи человек за 8-часовую смену устанавливала 330 м² стен. Опыт подтвердил также предварительные расчеты стоимости асбестоцементных конструкций. Показатели стоимости и трудоемкости приведены в следующей таблице.

В и д к о н с т р у к ц и и	Количество затраченных чел.-дней на 1 м ²	Стоимость 1 м ² в руб.
С т е н ы		
1. Кладка в полкирпича без штукатурки	0,46	15,10
2. Кладка из шлакоблоков со штукатуркой	0,68	19,85
1. Покрытие асбестоцементными плитами	0,04	8,34
К р о в л я		
1. Покрытие волнистым железом	0,14	18,16
2. Покрытие асбестоцементными плитами	0,12	5,45

Опыт строительства завода «Запорожсталь» показал высокую эффективность решений ограждающих конструкций промышленных цехов из несущих асбестоцементных плит. Эти конструкции по всем техническим и экономическим показателям имеют громадные преимущества перед всеми ранее применявшимися конструкциями. Решающими являются преимущества дешевизны, долговечности и малой трудоемкости монтажа.

Ниже приводится описание приемов работ и конструктивных деталей, примененных при укладке кровель и монтаже стеновых ограждений из асбестоцементных плит.

а) Кровля здания разливочных машин

Кровля здания разливочных машин представляла собой двухскатный шатер с уклоном 27° , с продольно расположенным фонарем. Основные размеры здания в плане: ширина — 19,00 м, длина — 57,4 м.

Покрытие асбестоцементными плитами произведено по продольной металлической обрешетке из углового железа $65 \times 65 \times 8$, с шагом в 500 мм. Уголки обрешетки установлены полкой вверх.

Кровля выполнена из волнистой асбофанеры марки УБ с размером плит 1200×670 мм (рис. 32). Укладка плит производилась внахлестку с перепуском в 200 мм. Горизонтальные стыки кровли располагались на уголках обрешетки. Сопряжение соседних рядов плит по их ширине также производилось внахлестку с перекрыванием соседних плит на величину волны. Перекрывание соседних листов по рядам производилось со сдвигом их на одну волну. Первый ряд кровли начинался с полной плиты, второй ряд — с плиты, обрезанной на одну волну, третий — с плиты, обрезанной на две волны; далее покрытие производилось в том же порядке.

Примыкание асбестоцементных плит к стенкам фонаря и коньковый гребень перекрывались проолифленным кровельным железом. Крепление плит к уголкам обрешетки осуществлялось типовыми деталями, разработанными Промстройпроектом: специальными фасонными кляммерами, изготовленными из полосового железа толщиной 3 мм, болтами диаметром 6 мм и длиной 100 мм с оцинкованной головкой, шейкой и гайкой, с рубероидными и алюминиевыми шайбами (рис. 33).

На коньке плиты крепились тем же способом, но с применением кляммер другого фасона. По краям кровли у свесов на торцах фонаря асбестоцементные плиты крепились шурупами к брусу, заделанному в окаймляющий швеллер.

Порядок покрытия кровли был принят следующий: укладка плит начиналась с нижнего левого угла ската кровли с раскладкой и закреплением партии плит первого горизонтального ряда. Затем укладывались несколько листов второго горизонтального ряда, потом третьего и т. д. Последующая укладка производилась порядно снизу вверх по всей длине ската.

Укладка плит производилась с переносных стремянок, которые перемещались по обрешетке по линии фронта работ (рис. 34). Крепление же плит болтами и кляммерами выполнялось рабочими, которые работали на покрытой части кров-

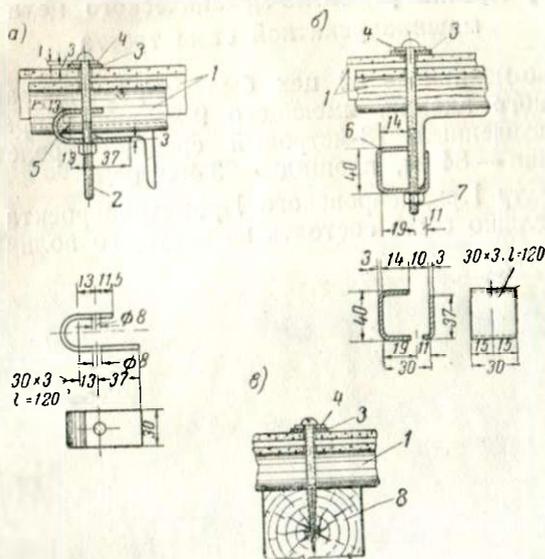


Рис. 33. Детали крепления асбестоцементных волнистых плит: а — крепление плит к обрешетке; б — крепление плит у конька; в — крепление плит к деревянным прогонам обрешетки; 1 — асбестоцементные волнистые плиты; 2 — болт с гайкой диам. 6×100 мм; 3 — шайба из битуминированного асбестового картона диам. 25×3 мм, толщиной 3 мм; 4 — алюминиевая шайба диам. 20×1 мм; 5 — кляммера из полосового железа 30×3 мм; 6 — кляммера из полосового железа 30×3 мм; 7 — болт с гайкой диам. 6×160 мм; 8 — шуруп по дереву диам. 6×85 мм

ли; при этом для большей безопасности по асбестоцементным плитам у рабочих мест укладывались ходовые доски.

Сверление отверстий в плитах для крепления производилось ручным способом электродрелями по месту, обрезка по

заданным размерам велась на циркульной пиле. Подъем асбестоцементных плит на кровлю осуществлялся вручную при помощи блока, закрепленного на деревянной треноге, конструкция которой приведена на рисунке.

б) Кровля ремонтно-механического цеха машинопрокатной базы треста

Ремонтно-механический цех был запроектирован в виде трехпролетного здания, имеющего 9-метровые крайние пролеты и повышенный 18-метровый средний пролет. Общая длина здания — 84 м, площадь — 3 400 м².

По проекту Приднепровского Промстройпроекта перекрытие цеха должно было состоять из несущего волнистого же-



Рис. 34. Монтаж асбестоцементных волнистых плит на кровле разливочной машины

леза, уложенного на прогоны из швеллеров, шлаковой засыпки толщиной 120 мм, цементной корки и рубероидной кровли.

Ввиду дефицитности волнистого железа и его сравнительной недолговечности из-за коррозии металла под слоем шлака, указанная конструкция перекрытия была заменена новой, в которой в качестве несущего настила были использованы асбестоцементные плиты марки УБ.

В связи с тем, что во время перепроектирования металлоконструкции цеха были изготовлены и частично смонтированы, пришлось по прогонам уложить перпендикулярно коньку дополнительные обрешетины из двух спаренных уголков сечением $50 \times 50 \times 6$ мм. Уголки обрешетки укладывались полкой вниз и приваривались к прогонам перекрытия на расстоянии 820 мм друг от друга. Такой способ крепления уголков обрешетки позволил вести укладку предварительно распиленных пополам асбестоцементных плит без постановки каких-либо креплений.

Распиловка плит производилась на приводной циркульной пиле. Порядок ведения работ по устройству кровли заключался в следующем.

На полки уголков обрешетки укладывались волнами параллельно коньку заранее распиленные поперек волн асбестоцементные плиты с нахлесткой на одну волну в стыках. Затем производилась засыпка пазух волн гранулированным шлаком, и на выравненную таким образом поверхность укладывался шлаковойлочный утеплитель. Поверх шлаковойлока устраивалась армированная цементная стяжка, а по мере твердения и просушки последней производилась наклейка рубероидного по пергамину ковра.

Работы по укладке плит и засыпке шлаком выполнялись с легких деревянных стремянок. Подъем материалов производился кранами ДИП.

в) Стены зданий цеха тонкого листа и цеха холодной листоотделки

Фахверковые стены на листопрокатных цехах завода «Запорожсталь», общая поверхность которых составляла около 34 500 м², были запроектированы из кирпича. В порядке рационализации было предложено произвести замену его асбестоцементными плитами (рис. 35 и 36).

Фахверк цехов представлял собой стальной каркас с шагом основных колонн 12 м и промежуточными вспомогательными колоннами, поддерживающими вынесенные из их плоскости горизонтальные элементы фахверка.

Асбестоцементные листы крепились к горизонтальным панелям каркаса из углового железа, расположенным через 1,5 м по высоте.

По проекту крепление плит к фахверку предполагалось выполнять при помощи специальных кляммер и болтов с пружинящими шайбами. При этом асбестоцементные плиты должны были монтироваться горизонтальными рядами снизу вверх (с нахлесткой на одну волну в ряду) так, чтобы верхний ряд перекрывал нижний на 100—150 мм. Такой способ монтажа плит требовал предварительной обработки листов со срезкой их углов и сверления отверстий для пропуска крепежных болтов.

Осуществление указанного проекта было связано с проведением трудоемких подготовительных работ; кроме обработки асбестоцементных плит, нужно было изготовить десятки тысяч крепежных комплектов (кляммер, болтов и шайб).

Вместо разработанного первоначально Промстройпроектом типа крепления асбофанерных листов внахлестку с помощью стяжных болтов и специальных кляммер, изготовле-

ние которых потребовало бы значительного времени, был

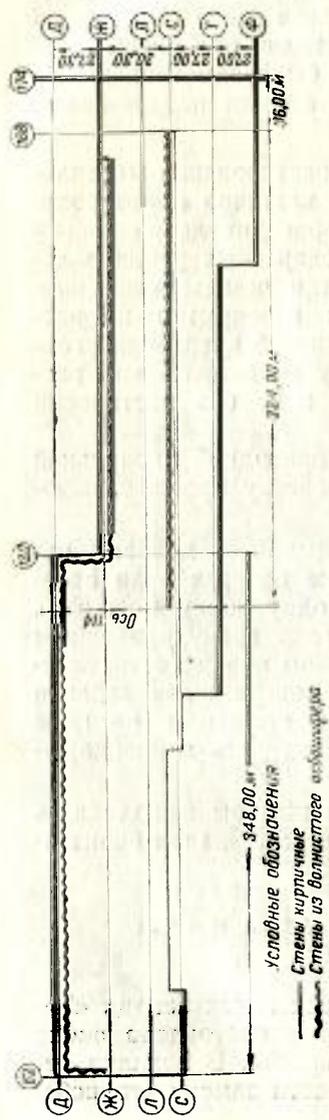


Рис. 35. Схема обшивки стен листопрокатного цеха асбестоцементными волнистыми плитами

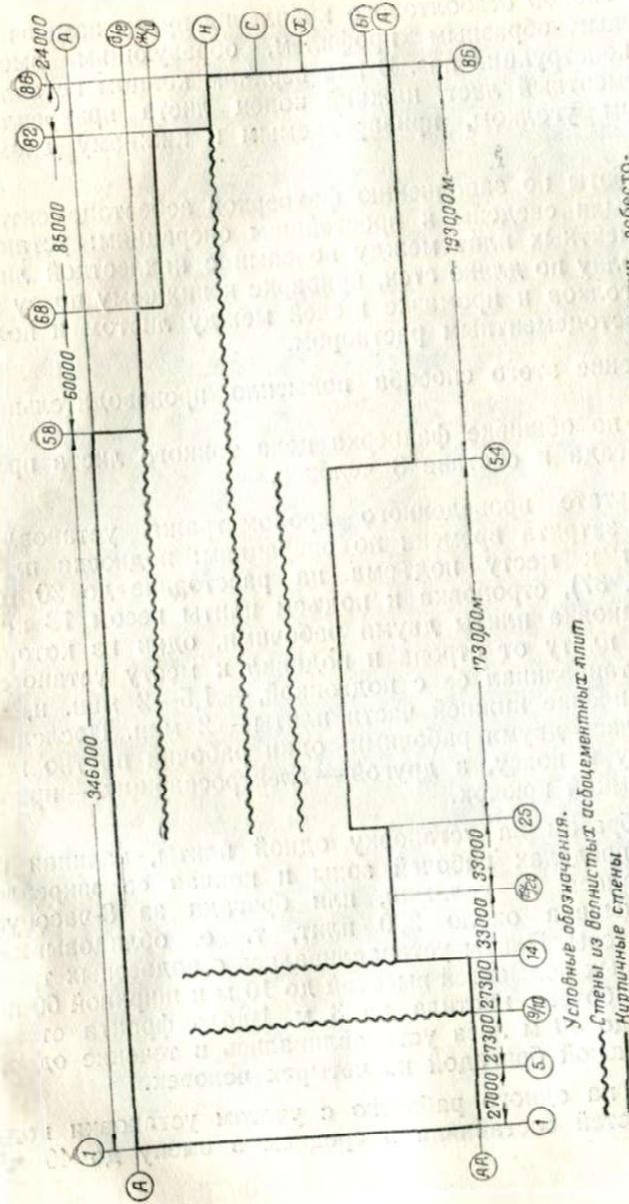


Рис. 36. Схема обшивки стен цеха холодной листоделки асбестоцементными волнистыми плитами

применен способ безболтового крепления путем замены уголка составным -образным профилем, образующим вместе с уголком конструкции паз. В паз верхним концом вставляется асбестоцементный лист, нижний конец листа прикрепляется прижимным уголком, привариваемым к нижнему элементу панели.

Все работы по заполнению фахверков асбестоцементными листами были сведены к простейшим операциям: установке асбестоцементных плит между поясами с нахлесткой листов на одну волну по длине стен, приварке к нижнему поясу прижимных уголков и промазке щелей между листом и полкой пояса асбестоцементным раствором.

Применение этого способа повысило производительность труда.

Работы по обшивке фахверка цеха тонкого листа производила бригада в составе 8 человек.

В результате проведенного хронометража установлена следующая затрата времени по операциям: подноска плиты от штабеля к месту подъема на расстояние до 20 м — 2 мин. (рис. 37), строповка и подъем плиты весом 18 кг — 2 мин., установка плиты двумя рабочими, один из которых освобождал плиту от стропы и подавал к месту установки; а второй устанавливал ее с подгонкой, — 1,5—2 мин. и, наконец, закрепление нижней части плиты — 2 мин. Последняя операция велась двумя рабочими: один рабочий плотно прижимал плиту к поясу, а другой — электросварщик — приваривал прижимной крючок.

Таким образом на установку одной плиты, начиная от подноски в пределах рабочей зоны и кончая ее закреплением, требовалось 14 чел.-мин, или бригада за 8-часовую смену укладывала около 280 плит, т. е. облицовывала 300—330 м² стены. Плиты устанавливались с подвесных трех-четырёхъярусных подмостей высотой до 10 м и шириной 60 см с пролетом рабочего настила до 3 м. Вдоль фронта стены протяжением до 50 м леса устанавливались в течение одной смены специальной бригадой из четырех человек.

Выработка на одного рабочего с учетом установки подвесных подмостей составляла в среднем в смену до 46 м² плит.

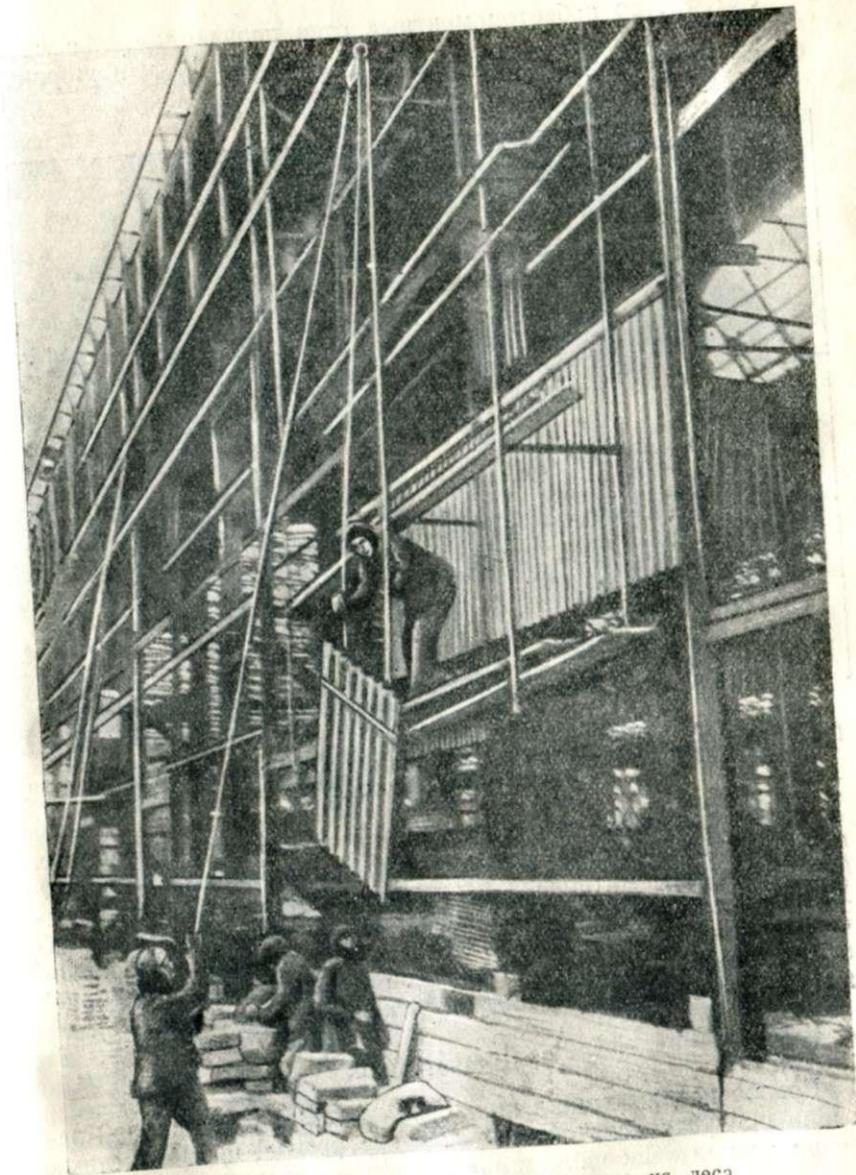


Рис. 37. Подъем асбестоцементных плит на леса

Устройство асбестоцементных стен производилось с лестничных трубчатых лесов. Лестницы высотой 10 м и шириной 60 см сверху были снабжены крючьями.

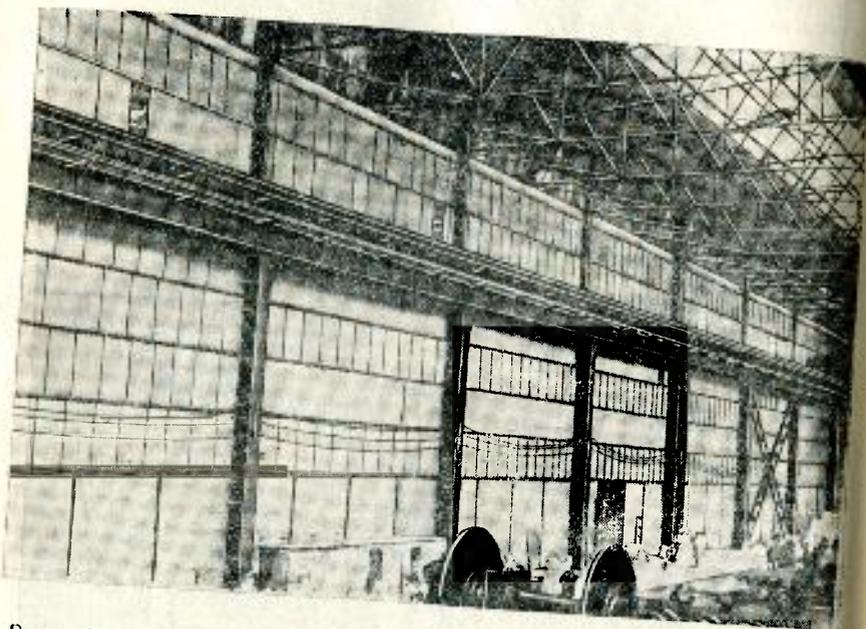


Рис. 38. Стеновые заполнения волнистыми асбестоцементными плитами цеха тонколистового стана

Надо отметить, что, несмотря на применение передовых методов производства работ, стены из кирпича по природным свойствам материала не поддаются широкой индустриализации. Асбестоцементные же плиты по сравнению с кирпичом можно считать крупноблочными элементами; указанное обстоятельство является серьезной предпосылкой для более высокой механизации и индустриализации работ (рис. 38).

2. Шлаковойлок

Вопрос использования шлаковойлока вместо шлаковой засыпки при устройстве кровельных перекрытий промышленных цехов завода «Запорожсталь» возник в связи с необходимостью

для облегчения собственного веса крыши в целях сохранения установленных до войны металлоконструкций (рассчитанных на утепление фибролитом).

Для определения оптимальных данных, необходимых для выбора новой конструкции, было произведено детальное обследование сохранившихся участков кровли цеха холодной металлообработки с отбором натуральных образцов шлаковой засыпки, уложенной в 1938 г.

При этом было установлено следующее:

а) утеплитель, состоящий из гранулированного шлака, представлял собой пористую цементированную массу с объемным весом 1100 кг/м^3 ;

б) толщина шлаковой засыпки была в среднем 70 мм;

в) влажность шлака составляла 20,7%;

г) механическая прочность кубиков размером $5 \times 5 \times 5 \text{ см}$ — $1,2\text{—}2 \text{ кг/см}^2$;

д) толщина цементной корки — в пределах 25—43 мм, а местами доходила до 70 мм, прочность стяжки в кубиках $2,5 \times 2,5 \times 5 \text{ см}$ — от 220 до 340 кг/см^2 .

Исходя из приведенных данных, можно сделать следующие заключения: 1) при устройстве цементной корки происходило значительное увлажнение шлаковой засыпки; 2) при форсировании устройства гидроизоляционного ковра внесенная в шлак влага не может испариться вследствие наличия пароизоляционного слоя внизу засыпки.

Повышенная же влажность шлака приводит к значительному снижению (примерно в 1,5—2 раза) общей теплотехнической характеристики перекрытия.

Структура отобранных образцов дает основание предполагать, что гранулированные шлаки имеют способность с течением времени уплотняться; это приводит к увеличению объемного веса засыпки и, следовательно, увеличению коэффициента теплопроводности.

Наряду с этим шлаковая засыпка дает повышение нагрузки на перекрытие до 120 кг/м^2 , утяжеляя несущие конструкции; кроме того, работы по транспортированию и укладке шлака весьма трудоемки и не поддаются эффективной механизации даже при больших объемах работ.

В результате обсуждения было принято решение заменить шлаковую засыпку шлаковойлочным утеплителем, организовав производство последнего на местной шлаковатной фабрике.

а) Разработка вариантов конструкций кровли

Принятию новой конструкции кровельных перекрытий промышленных цехов с утеплением шлаковатными материалами предшествовали большие работы над опытными образцами, проведенные Запорожским филиалом ЮЖНИИ.

В основном были опробованы следующие образцы с устройством утепления из:

- а) шлаковой ваты и неармированной стяжки различных толщин;
- б) шлаковой ваты с прокладкой пергаминна между ватой и стяжкой;
- в) шлаковой ваты с армированной стяжкой;
- г) шлаковой ваты и стяжкой из шлакобетона толщиной до 5 см;
- д) шлаковойлока с неармированной стяжкой;
- е) шлаковойлока с армированной стяжкой;
- ж) шлаковойлока с прокладкой деревянных кубиков между стяжкой и ребристыми плитками несущего настила перекрытия.

В процессе изучения указанных образцов установлено, что вследствие значительной сжимаемости и упругости изделий из шлаковаты необходимо устройство армированной цементной стяжки, уложенной на жесткие подкладки. Все попытки отменить армирование не увенчались успехом, ибо при отсутствии арматуры стяжка под действием концентрированных динамических нагрузок легко деформировалась и разрушалась.

Во всех случаях отсутствие арматуры, распределяющей сосредоточенные нагрузки, приводило к образованию трещин и полному расстройству стяжки. В одном из опытов цементная стяжка была утолщена до 5 см, но тем не менее также деформировалась.

При наличии даже незначительного армирования (менее 0,5 кг на 1 м³) стяжка приобретала способность сопротивления динамическим нагрузкам и не разрушалась даже при появлении волосных трещин.

Наряду с этим был разработан вопрос укладки на арматурную сетку жестких подкладок. Все опыты со шлаковатой подтвердили безусловную необходимость устройства этих опор. Опыты со шлаковойлоком дали лучшие результаты.

однако вследствие отсутствия гарантии, исключающей возможность постепенного сжимания шлаковойлочного ковра, подкладки решили оставить.

На опытных участках кровли вследствие интенсивного впитывания влаги шлаковой ватой наблюдались трещины и разрушение цементной стяжки. В образцах с шлаковойлоком таких явлений не наблюдалось.

Окончательно была принята следующая конструкция перекрытий:

- 1) ковер из рубероида по пергамину на горячей клеемассе;
 - 2) грунтовой стяжки холодной клеемассой;
 - 3) цементная стяжка толщиной 20—25 мм, армированная проволоочной сеткой диаметром 3 мм с ячейками 250 × 250 мм;
 - 4) шлаковойлок объемным весом 350—400 кг/м³;
 - 5) ребристые железобетонные плитки толщиной 25 мм.
- Указанная конструкция применена взамен перекрытий с шлаковой засыпкой толщиной 80—120 мм.
- Теплотехнические показатели этой конструкции приведены в таблице на стр. 110.

б) Осуществление кровель с шлаковойлочным утеплением в объектах завода «Запорожсталь»

Кровля с шлаковойлочным утеплителем была применена в следующих объектах строительства, осуществляемого трестом «Запорожстрой»:

- 1) здании ТЭЦ завода «Запорожсталь» — перекрытие над машинным залом — 1 400 м²;
 - 2) здании цеха холодной листопрокатки — 10 950 м²;
 - 3) здании ремонтно-механического цеха треста «Запорожстрой» — 4 000 м²;
 - 4) прочих объектах по заводу «Запорожсталь» — 4 050 м².
- Всего 20 400 м².

в) Кровля над машинным залом ТЭЦ

При осуществлении кровли ТЭЦ была принята конструкция покрытия с прокладкой шлаковойлока толщиной 33 мм. При этом уложенный ранее пароизоляционный слой был сохранен.

Название конструктивных элементов и формулы расчета	Термическое сопротивление покрытия	
	вариант с утеплителем, заменяющим шлаковую засыпку, толщиной 80 мм	вариант с утеплителем, заменяющим шлаковую засыпку, толщиной 120 мм
Железобетонная плита $\delta = 0,025 \text{ м}$, $\lambda = 0,025 : 1,33$	0,019	0,019
Цементная стяжка $\delta = 0,025 \text{ м}$, $\lambda = 0,025 : 1,33$	0,019	0,019
Шлаковойлок $\delta = 22 \text{ мм}$, $\lambda = 0,022 : 0,06$. .	0,366	—
Шлаковойлок $\delta = 0,033 \text{ м}$, $\lambda = 0,033 : 0,06$. .	—	0,550
Клебмасса $\delta = 5 \text{ мм}$, $\lambda = 0,005 : 0,5$	0,10	0,10
Рубероид и пергамин	0,013	0,013
Поверхностное сопротивление	0,05	0,05
Внутреннее "	0,133	0,133
Итого	0,760	0,884

Примечание. Коэффициент теплопроводности шлаковойлока принят $K = 0,06$ ккал/час м град по данным лаборатории Термопроект, производившей испытание шлаковойлока Запорожской шлаковатной фабрики.

Работы были организованы следующим образом.

Шлаковойлок в рулонах доставлялся на строительную площадку непосредственно со шлаковатной фабрики на автомашинах грузоподъемностью 1,5 т с нарощенными бортами для увеличения емкости машины.

Подвезенный на площадку шлаковойлок разгружался в зоне действия подъемников для дальнейшей транспортировки на кровлю, к месту укладки. Подъем рулона на кровлю осуществлялся краном ДИП с последующей отвозкой от подъем-

ника к месту укладки в обычных металлических тачках без бортов. Сначала шлаковойлок доставлялся на площадки в виде рулонов, скатанных без бумажной прокладки, в резуль-

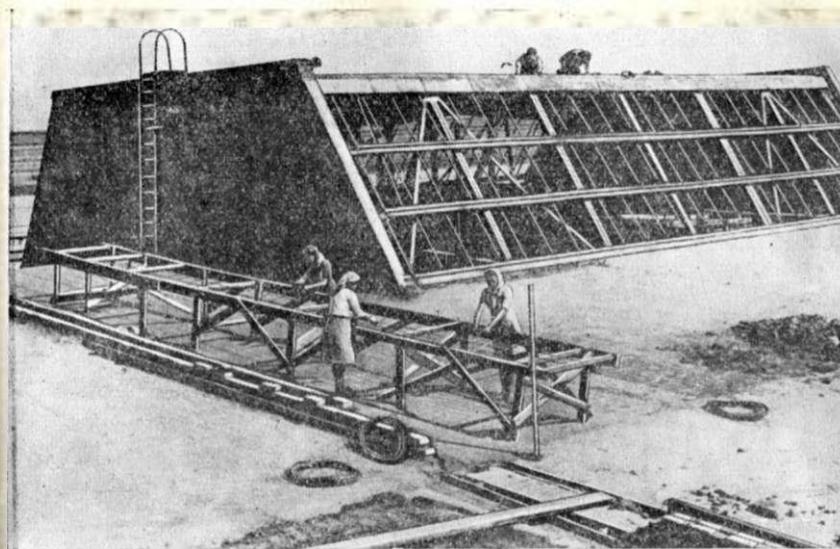


Рис. 39. Приспособление для вязки защитной сетки

тате чего затруднялась раскатка рулонов (вследствие склеивания шлаковойлока). В связи с этим были предъявлены шлаковатной фабрике требования обязательной поставки шлаковойлока (в соответствии с временными техническими условиями) в рулонах с бумажной прослойкой.

Заготовка жестких прокладок под цементную стяжку производилась непосредственно на строительной площадке путем распиливания на циркульной пиле досок толщиной 30 мм. Размер шашки в плане был принят 40×40 мм и 30 мм по высоте. Перед укладкой опорные шашки пропитывались горячим битумом путем погружения в битумные ванны. Эта операция производилась при помощи специального проволочного сачка.

Вязка арматурных сеток для армирования стяжки производилась на специальном верстаке (рис. 39 и 40). Сетка вя-

залась из 4-мм проволоки с ячейками 200×200 мм. После вязки сетка скатывалась в рулоны и в таком виде доставлялась на кровлю к месту укладки.

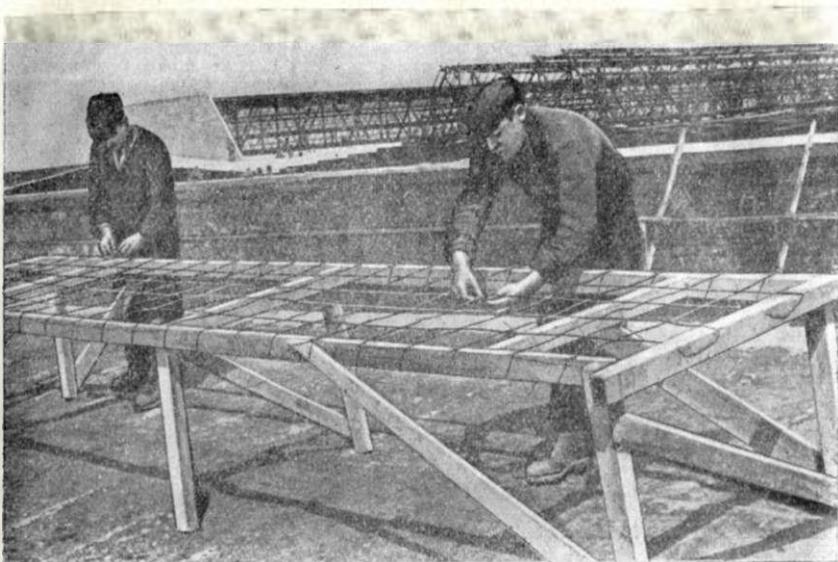


Рис. 40. Вязка защитной сетки для кровельной стяжки

Раствор для цементной стяжки готовился на установке, расположенной на расстоянии около 1 км от места производства работ, и подвозился к объекту на автосамосвалах. Подъем раствора на крышу осуществлялся кранами ДИП.

Процесс устройства кровли со шлаковойлочным утеплителем состоял из следующих операций: доставленный на кровлю шлаковойлок укладывался на скате кровли с раскаткой рулонов перпендикулярно коньку захватками шириной 1 м (рис. 41). Соединение отдельных рулонов осуществлялось впритык без устройства нахлестки. После расстилания рулонов производились легкая укатка шлаковойлочного ковра деревянными катками и установка опорных шашек в количестве 4—5 шт. на 1 м^2 .

Укладка шлаковойлока производилась в три слоя с соблюдением общей толщины 33 мм. Опорные шашки устанавливались непосредственно на железобетонную плиту перекрытия (рис. 42) путем разрыва шлаковойлочного ковра металлическими лопатками. После установки опорных шашек осуществлялись укладка арматурной сетки и натяжение ее с частичной прибивкой гвоздями к опорным шашкам через 2—3 шашки. По окончании этих операций устраивалась цементная стяжка обычным способом под рейку (рис. 43). В период твердения стяжки производилась ее поливка.

Оставшиеся после удаления направляющих реек швы, а также трещины в стяжке заделывались раствором более жидкой консистенции. После окончания и просушки стяжки была произведена огрунтовка ее составом из битумов мар-



Рис. 41. Раскладка шлаковойлока

ки III (50%) и марки V (50%), растворенных в бензоле. Огрунтовка велась вручную щетками. После испарения раствора производилась наклейка пергамина и рубероида обыч-

ным способом на горячей клеемассе состава 35% битума марки III и 65% марки V с температурой размягчения 78—85°.

На работах по устройству кровли ТЭЦ работала бригада в составе 13 человек, из которых двое внизу принимали под-

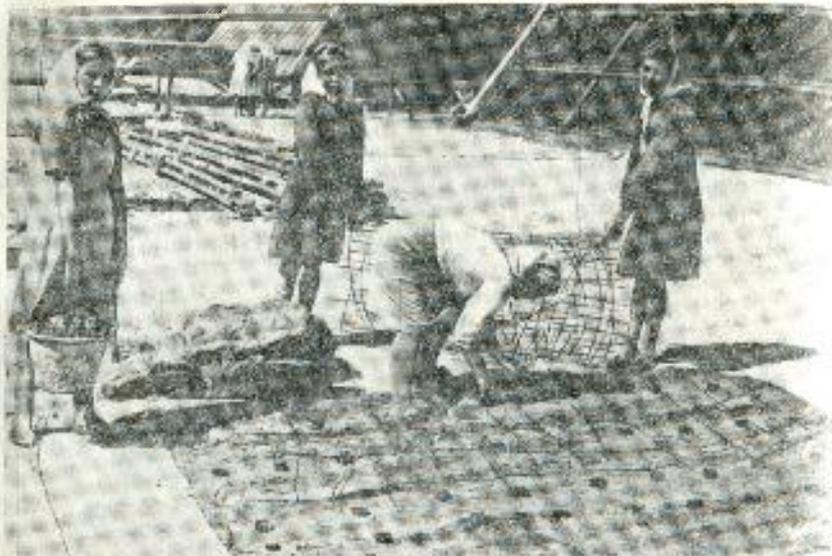


Рис. 42. Постановка деревянных опорных шашек перед укладкой металлической сетки

возимый раствор, нагружали его в тачки и подвозили к подъемнику, один обслуживал кран, один принимал тачки с раствором наверху, двое подвозили раствор к месту укладки.

На раскатке шлаковойлока, установке опорных шашек, раскатке рулонов проволочной сетки и устройстве стяжки, заделке швов после реек и трещин и, наконец, на поливке было занято 7 человек. Таким образом из всего состава бригады только 5 человек были заняты непосредственно на работах по устройству кровли, остальные 8 человек были заняты на вспомогательных и транспортных работах. Выработка бригады составляла в смену до 120 м² готовой стяжки со шлаковойлочным утеплителем.

Примерный расход материалов на кровлю ТЭЦ без устройства гидроизоляционного ковра составляет: песка — 37 м³, цемента — 35,6 т, лесоматериала на изготовление опорных шашек — 5,40 м³, шлаковойлока 4 200 м², или 19,0 т.

г) Кровля цеха холодной листопрокатки

Кровля со шлаковойлочным утеплителем в цехе холодной листопрокатки осуществлена над пролетами стана и летучих ножниц, а также в пролете между осями 25—68 (рис. 44).

Конструкция кровли аналогична конструкции кровли ТЭЦ, но с уменьшением толщины шлаковатного ковра до 22 мм.

Доставка материалов на строительную площадку и к месту укладки производилась в основном автотранспортом. Шлаковойлок доставлялся со шлаковатной фабрики на автомашине непосредственно в зону действия подъемников. В связи с невозможностью устройства автомобильных подъез-

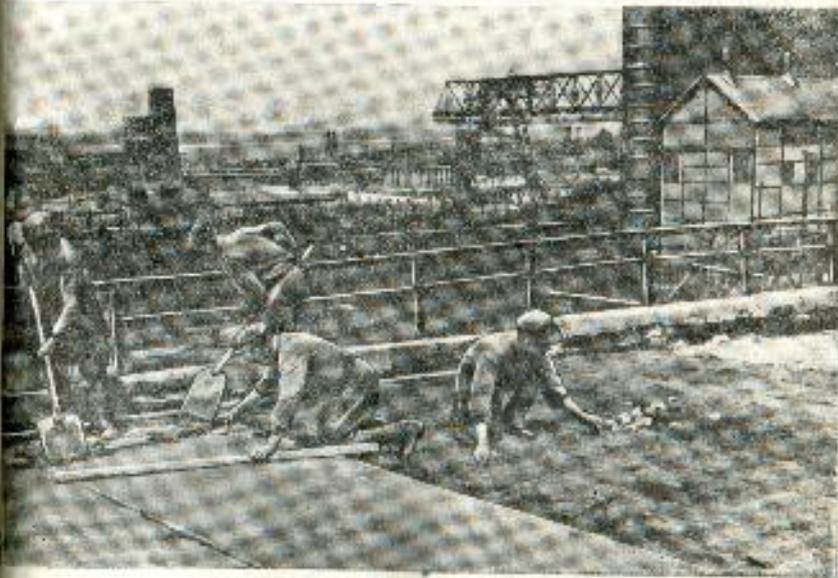


Рис. 43. Устройство цементной стяжки по металлической сетке

дов непосредственно у здания вследствие размещения там оборудования и монтажных площадок, подъем шлаковойлока на кровлю пролета стана и летучих ножниц был осуществлен при помощи канатных дорожек. В остальных пролетах цеха

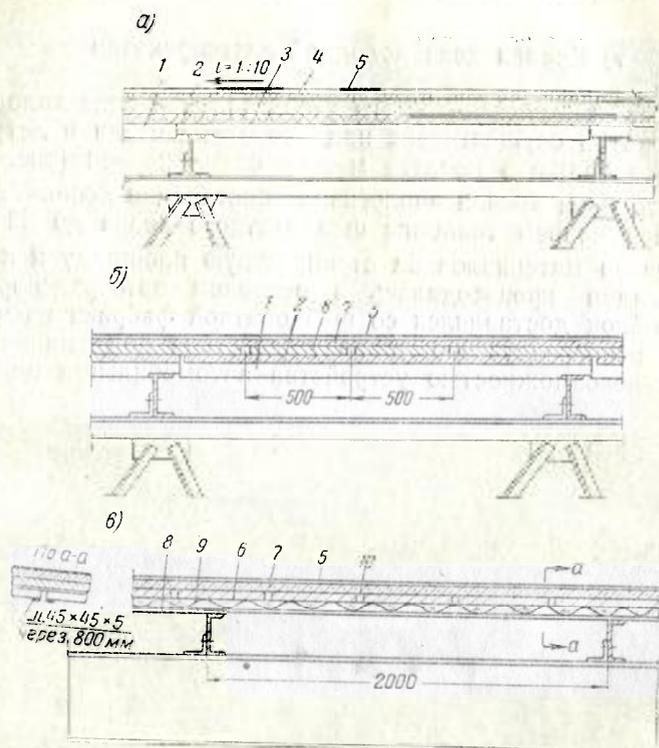


Рис. 44. Конструкции утепленных кровель: а — типовая конструкция теплой кровли; б — выполненная в натуре кровля цеха прокатки тонкого листа (вариант ЮЖНИИ); в — выполненная в натуре кровля ремонтно-механического цеха треста «Запорожстрой»; 1 — железобетонные ребристые плитки; 2 — пароизоляция (огрунтовка битумом); 3 — засыпка гранулированным шлаком толщиной 80 — 120 мм; 4 — цементная стяжка 20 мм; 5 — руберид по пергамину на горячей клеемассе; 6 — шлаковойлок толщиной 22 — 33 мм (шашками из обрезков досок); 7 — армированная цементная стяжка, с сеткой 200 × 200 мм; 8 — асбестоцементные волнистые плиты; 9 — шлаковая корка толщиной 30 мм; 10 — прокладки из щебня

материалы завозились непосредственно в цех и поднимались на кровлю кранами ДИП через люки, оставленные в перекрытии. Развозка материалов на кровлю осуществлялась тачками.

Доставленный на площадку шлаковойлок, как правило, имел одностороннюю бумажную прокладку.

Приемка шлаковойлока велась по наружному осмотру с отбором по мере надобности проб для лабораторной проверки.

Так как шлаковойлок иногда по водопоглощаемости не соответствовал техническим условиям, была сохранена пароизоляция. Пароизоляция осуществлялась за счет битумной покраски, составом битума марки III — 30%, битума марки V — 30% и бензина 40%. Нанесение пароизоляционного слоя осуществлялось вручную щетками. Заготовка и пропитка битумом опорных шашек, а также вязка проволочных каркасов производились так же, как и на площадке ТЭЦ.

Заготовка раствора для кровли производилась на индивидуальной бетономешалке, размещенной в цехе, при этом подача раствора наверх осуществлялась растворонасосом.

Для кровли стана раствор подвозился от центрального растворного узла строительной площадки прокатных цехов и подавался наверх наклонным канатным подъемником. Раствор готовился из портландцемента марки 400 на днепровском песке.

Укладка шлаковойлока производилась в два слоя с общей толщиной шлаковойлочного ковра 22 мм. Процессы укладки шлаковойлока, установки опорных шашек, укладки проволочной сетки и устройства стяжки аналогичны описанным выше.

Для борьбы с трещинами, возникающими в результате пересушки, стяжка укрывалась забракованными рулонами шлаковойлока. Это мероприятие, хотя и давало некоторый эффект, так как влага, попавшая под шлаковойлок, менее интенсивно испарялась, но вследствие недостатка шлаковойлока не могло компенсировать недостаточность поливки. Обеспечить же нормальную поливку не представлялось возможным вследствие отсутствия в дневное время достаточного напора в водопроводной сети.

Положение со стяжкой значительно усугублялось укладкой в дело шлаковойлока повышенной (против технических условий) водопоглощаемости; было проведено несколько экс-

периментов, заключающихся в легком обрызгивании водой шлаковойлока перед укладкой раствора. Площади, стяжки, выполненные таким способом, имели на своей поверхности гораздо меньше трещин.

На работе по устройству кровли с шлаковойлочным утеплителем сначала было занято две бригады с общим количеством рабочих 16 человек, а затем 4 бригады с общим количеством рабочих до 25 человек.

д) Кровля ремонтно-механического цеха РМЗ треста «Запорожстрой»

Кровля ремонтно-механического цеха РМЗ треста «Запорожстрой» была выполнена по несущему настилу от волнистого асбошифера, с предварительной засыпкой пазух волн перед укладкой шлаковойлочного ковра.

Теплотехнические показатели этого вида покрытия приведены в следующей таблице.

Название конструктивных элементов и формулы расчета	Величина термического сопротивления	Примечание
Волнистый асбошифер $\delta = 6$ мм, $\lambda = 0,006 : 0,30 = \dots$	0,02	Общий коэффициент теплопередачи $K = \frac{1}{K_0} = \frac{1}{1,005} = 1,90$
Шлаковая засыпка $\delta = 30$ мм, $\lambda = 0,03 : 0,25 = \dots$	0,12	
Шлаковойлок $\delta = 22$ мм, $\lambda = 0,022 : 0,06 =$ Цементная стяжка $\delta = 25$ мм, $\lambda = 0,025 : 1,33 = \dots$	0,550	
Клебемасса $\delta = 5$ мм, $\lambda = 0,005 : 0,5 = \dots$	0,10	
Рубероид и пергамин	0,013	
Поверхностное сопротивление	0,050	
Внутреннее сопротивление	0,133	
Итого	0,005	

Как видно из приведенного расчета, кровля РМЗ, несмотря на уменьшение толщины шлаковойлочного ковра (22 мм вместо 33 мм), обладает несколько лучшими теплотехническими показателями, чем кровля машинного зала ТЭЦ.

Работы по устройству крыши производились следующим образом.

Завезенные на строительную площадку асбестоцементные плиты усиленного профиля марки УБ, имеющие размер 100×160 см, сначала распускались пополам поперек волн на циркульной пиле, затем тачками подвозились к зданию кранами ДИП, поднимались вверх и подносились к месту укладки на полки обрешетки из уголков $50 \times 50 \times 5$ мм, приваренных к прогонам кровельного перекрытия.

Укладка плит выполнялась при направлении волн вдоль конька крыши. После укладки несущего настила и подмазки швов цементным раствором производилась засыпка пазух волн гранулированным шлаком с тщательным выравниванием поверхности шлака под шлаковойлочный ковер. На подготовленную таким образом поверхность укладывался двухслойный шлаковойлочный ковер. Проволочная сетка вязалась на месте и после натягивания закреплялась путем приварки ее концов к металлическим конструкциям перекрытия.

В связи с принятым методом производства работ укладка подкладок под сетки производилась после закрепления проволочной сетки, при этом деревянные шашки заменялись специально подбираемым щебнем.

Работы по устройству цементной стяжки, битумной огрунтовке и наклейке гидроизоляционного ковра выполнялись обычным путем. На работе по устройству крыши гидроизоляционного ковра было занято 12 человек, включая рабочих, занятых на распиловке асбестоцементных плит и вязке арматурной сетки.

е) Нормирование работ по устройству кровель с шлаковойлочным утеплителем

В период развертывания работ по устройству кровли цеха холодной листопрокатки научно-исследовательской станцией при тресте «Запорожстрой» был проведен хронометраж работ по укладке шлаковойлочного ковра, установке опорных шашек с укладкой и стыковкой металлических сеток. В результате проведенных наблюдений для звена из двух рабо-

чих 3-го и 4-го разрядов были выработаны местные нормы на 1 м² покрытия. Общая выработка звена составляла 94 м² в смену при выполнении следующих работ:

- 1) подготовки поверхности под укладку шлаковойлока (очистка железобетонных плит от мусора);
- 2) подноски шлаковойлока в рулонах на 20 м;
- 3) раскатки и настилки шлаковойлочного ковра в два слоя с разравниванием и уплотнением;
- 4) укладки опорных деревянных подкладок;
- 5) укладки металлических сеток со стыковкой их.

Указанные нормы были приняты в основу расчетов с рабочими.

ж) Техничко-экономические показатели покрытий со шлаковойлочным утеплителем

Техничко-экономическая характеристика покрытий со шлаковым и шлаковойлочным утеплителем приведена в следующей таблице.

Показатели	Единица измерения	Покрытия по проекту Гипромеза		Кровля со шлаковойлочным утеплителем	
		со шлаковой засыпкой 80 мм	со шлаковой засыпкой 120 мм	толщиной 22 мм	толщиной 33 мм
Коэффициент теплопередачи	—	1,76	1,33	1,43	1,13
Вес 1 м ²	кг	123	153	70	73,5

Примечание. Вес кровли подсчитан без учета несущих кровельных плит, но с включенным пароизоляцией.

Недостатком покрытий со шлаковойлочным утеплителем является удорожание 1 м² кровли, но это только кажущийся фактор, ибо уменьшение веса кровли в пределах 60—80 кг/м² позволяет значительно уменьшить несущие конструкции перекрытий и тем самым удешевить их.

При устройстве покрытий нового типа возможно широкое применение механизации и индустриализации процессов производства работ.

Процесс изготовления шлаковойлока полностью механизирован, укладка утеплителя по существу сводится к раскатке рулонов.

Таким образом все строительные процессы могут быть сведены только к монтажу строительных деталей. Кроме перечисленных, применение шлаковойлока вместо шлаковой засыпки имеет еще следующие преимущества:

- 1) при уменьшении общего веса кровли повышаются ее термические свойства;
- 2) увеличивается гарантия равномерности теплотехнических свойств кровли, так как она не зависит от рабочего, и обеспечивается толщиной и качеством шлаковойлочного ковра;
- 3) вследствие некоторой гидрофобности шлаковойлока повышаются термические свойства кровли, при этом можно полагать, что они не будут ухудшаться с течением времени;
- 4) значительная экономия рабочей силы при транспортировании материалов вследствие уменьшения их веса;
- 5) экономия всех видов транспорта;
- 6) при применении сборной стяжки возникает возможность увеличения темпа работ по устройству кровли, а также возможность производства работ в ненастную погоду и в зимнее время.

Наряду с общей довольно высокой степенью индустриализации строительства, культура производства кровельных работ и особенно работ по устройству теплых крыш промышленных зданий, стоит на довольно низком уровне.

Указанная диспропорция может быть ликвидирована лишь за счет создания рациональных конструкций крыш, собираемых из деталей заводского изготовления, с безусловным применением эффективных термоизоляционных материалов, в числе которых шлаковойлок должен занять одно из первых мест.

Применение шлаковойлока в широком масштабе имеет большое народнохозяйственное значение и соответствующие перспективы развития благодаря ряду преимуществ как самого материала, так и изготовленных из него изделий по важнейшим техническим и экономическим показателям.

Одновременно с внедрением шлаковойлока должно проводиться теоретическое и экспериментальное изучение его свойств, должны быть установлены оптимальные параметры по степени пропитки, весу, влагоемкости, геометрическим размерам, разработаны соответствующие конструктивные детали, методы производства и т. д.

Научно-исследовательские и экспериментальные работы должны быть развернуты в направлении:

а) получения в производственных условиях гидрофобного шлаковойлока пониженной влагопоглощаемости;

б) уточнения физико-механических свойств шлаковойлока;

в) выявления теплотехнических свойств в конструкциях в зависимости от механических и температурно-влажностных воздействий;

г) разработки типовых деталей ограждающих конструкций, с применением шлаковойлока в качестве утеплителей;

д) подготовки на основании упомянутых научно-исследовательских и экспериментальных работ материалов для составления проекта ГОСТ;

е) составления указаний по теплотехническому расчету ограждающих конструкций с утеплением из шлаковойлока;

ж) разработки Технических условий на проектирование ограждающих конструкций (с применением шлаковойлока) и на производство работ по их возведению.

Глава VI

ПОТОЧНЫЙ МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

В связи с вводом в эксплуатацию заводов «Запорожсталь» и коксохимического необходимо было восстановить жилой фонд.

Существовавшие ранее сроки, когда на восстановление дома площадью 1,5—2 тыс. м² затрачивалось до полутора лет, не могли удовлетворять строителей. Прежние методы строительства и восстановления, когда каждый дом строился в индивидуальном, кустарном порядке, когда почти все работы выполнялись непосредственно на строительной площадке, не могли обеспечить массового восстановления разрушенных до-

мов. Необходимо было пересмотреть всю технику и организацию восстановления. На Запорожстрое были разработаны и впервые осуществлены поточно-скоростные методы восстановления разрушенных жилых домов.

Принципы восстановления домов сводились к следующему.

а) Работы должны вестись по графику, в котором предусматривается выполнение каждого вида работ в определенные промежутки времени. Таким образом, каждый отдельный вид работы повторяется через одинаковый промежуток времени (шаг). Это значит, что монтажники, плотники, штукатуры или маляры в каждом из домов выполняют только свою, повторяющуюся на каждом объекте работу в установленное графиком время. При этом производство многих видов работ совмещается во времени.

б) Максимальная сборность и заводское изготовление деталей и узлов дома должны обеспечить быстроту их монтажа на площадке.

в) Механизация работ должна способствовать максимальному сокращению сроков строительства.

Если на новом строительстве в поток включается группа одинаковых или почти одинаковых жилых домов, то все они связаны одними и теми же операциями, начиная от копки фундамента и кончая устройством крыш и малярными работами. При восстановлении же строители имеют дело не только с разными домами, но и с разной степенью разрушений домов. Это потребовало особого решения задачи.

По характеру разрушений дома можно разделить на две группы:

1) дома с сохранившимися коробками или имеющие небольшие повреждения в стенах (трещины, вырванные снарядами куски здания и т. п.);

2) дома, в которых коробка не уцелела, стены разрушены или сохранились лишь частично (не более чем на 60%).

Исходя из такой классификации, были составлены два потока восстановления.

В первый поток, начатый 1 декабря 1946 г., были включены следующие жилые дома: № 8-а — площадью 2 866 м²; № 25—805 м²; № 26—1 245 м²; № 28—1 585 м²; № 9-а — 1 414 м².

В этих домах почти полностью сохранились стены и частично лестничные клетки, подвальные перекрытия и внутренние несущие колонны. Дома пострадали от пожаров, в них выгорели все междуэтажные перекрытия с перегородками, крышами и оконными проемами; стены имели трещины, а часть колонн требовала усиления.

Во второй поток, начатый 2 января 1947 г., были включены жилые дома: № 114 площадью 1 365 м²; № 84—1 300 м²; № 70—1 024 м²; № 75—1 740 м²; № 79—1 030 м².

В них уцелели фундаменты, перекрытия над подвальными этажами; стены и лестничные клетки сохранились частично.

Позже первый и второй потоки были пополнены аналогичными домами № 32, 33 и др. На поточный метод восстановления в 1947 г. были переведены трех-, четырех- и пятиэтажные дома, общей площадью 25 000 м². Все дома имели разную площадь, и хотя некоторые из них и были по степени разрушений отнесены к одной группе, все-таки каждый дом имел свои особенности.

В доме № 8-а был полностью разрушен карниз, в одной части была сквозная трещина, проходившая по всему четырехэтажному зданию; внутри каркаса имелись разбитые колонны.

В доме № 28 были повреждены углы; в стенах были трещины.

В доме № 114 (второй поток) снаружи была разрушена одна стена дома, вторая же стена была цела почти на всей высоте (рис. 45).

В доме № 84 снарядом были разрушены две стены. Сохранились только торцевые стены и примыкающие к ним лестничные клетки (рис. 46 и 47).

Остальные дома имели свои особые повреждения.

Особенностью поточного производства является повторение одинаковой продукции.

Из этого следовало, что во-первых, нельзя принимать за единицу в потоке восстанавливаемой площади весь дом, ибо дома разнятся по величине; и, во-вторых, нельзя строить поточный график, так как разная степень разрушений требует особого подхода в каждом отдельном случае. Следовательно, надо было найти одинаковую для всех домов единицу измерения.

Такой единицей в поточном графике был принят не дом, а секция, подъезд дома.



Рис. 45. Разборка завалов на доме № 114

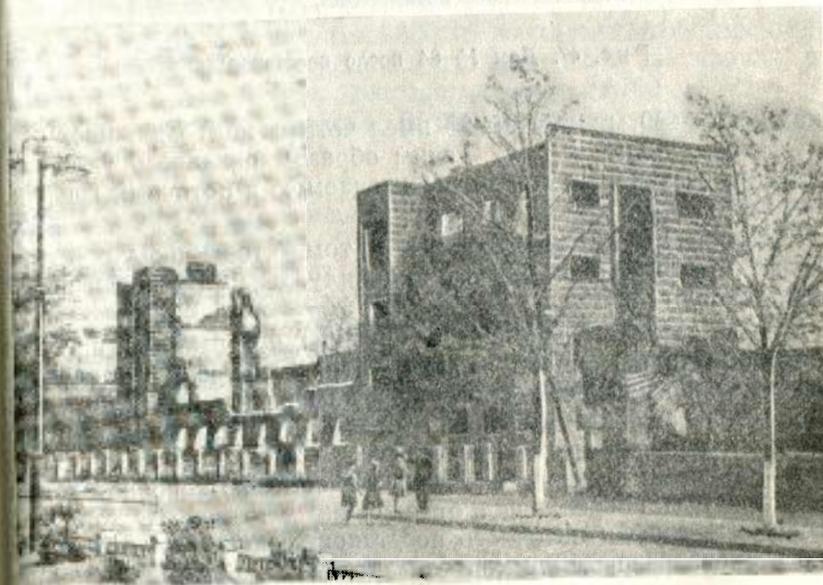


Рис. 46. Разрушенное дома № 84

Эта единица становилась типовой, ибо дома все были четырехэтажные, квартиры двух- и трехкомнатные, почти одинаковой площади. Так, дом № 8-а имел 6 подъездов, площадь,



Рис. 47. Дом № 84 после восстановления

каждого—480 м²; дом № 28 имел четыре подъезда, площадь каждого—400 м² и т. д. Таким образом оказалось удобным принять за типовую единицу, включаемую в поточный график, подъезд дома.

Вторая задача заключалась в том, чтобы исключить из графика работы, связанные с индивидуальными разрушениями каждого дома.

Были созданы «аварийные» бригады, которые шли впереди потока. Они расчищали завалы, устраняли трещины, случайные, нетиповые повреждения, вели каменную кладку там, где она была повреждена. Таким образом все секции домов и все дома данного потока приводились в одинаковое состояние после того как была готова к восстановлению коробка здания и устранены повреждения от случайных причин. Оставалось составить график поточного восстановления одинаковых по степени разрушения коробок здания.

После этого стало возможным создать график поточного восстановления домов (рис. 48). Наиболее характерным является график поточного восстановления дома № 8-а.

К началу поточного восстановления этого дома необходимо было:

- 1) разобрать завалы и вывести строительный мусор;
- 2) разобрать полуразрушенные, грозящие обвалом деформированные железобетонные перекрытия над всеми этажами;
- 3) произвести крепление наружных и внутренних стен, давших в нескольких местах трещины, путем установки металлических стяжек, зажимов и хомутов; в числе других трещин была одна, проходившая по всему дому и достигавшая 400—600 мм по ширине;
- 4) восстановить верхнюю часть фасадной стены, а также частично восстановить внутренние капитальные стены и стены в пределах чердака.

Все эти работы являлись подготовительными и в график потока не входили.

Для восстановления дома надо было произвести кладку 300 м³ кирпича, разборку 480 м³ кирпичных и железобетонных конструкций, уборку 1 800 м³ завалов, укладку 196 т металлических балок, монтаж 4 680 м² междуэтажных перекрытий и 4 600 м² перегородок, настилку 1 680 м² кровли и 3 180 м² полов, внутреннюю штукатурку 24 700 м² стен и потолков, клеевую окраску 21 600 м² и масляную окраску 17 160 м².

Для того чтобы открыть фронт потоку была выделена идущая впереди аварийная бригада из 40 человек с опытным мастером во главе. В обязанности бригады входило: расчищать здания от завалов, разбирать грозящие обрушением элементы конструкций зданий и выполнять все ремонтные работы, не включенные в состав потока.

Аварийная бригада, работавшая вне поточного графика, начинала работы на подъездах за 10 дней раньше и могла быть также включена в график, но состав людей в ней в зависимости от объема и характера работ менялся.

В графике потока предусматривалось:

- а) восстановление первого подъезда за 50 рабочих дней;
- б) восстановление каждого следующего подъезда через 10 дней после восстановления предыдущего;

в) работа каждой профессии (монтажники, плотники, столяры, сантехники, маляры, электрики и др.) на одном подъезде в течение 10 дней, после чего — переход в следующий



Рис. 49. Установка кранов Любимова и кранов ДИП на сохранившихся лестничных клетках при восстановлении дома

подъезд также на 10 дней. Таким образом сохранялся шаг потока, принятый в 10 дней, в течение которых рабочие каждой специальности могут, учитывая технологию работы, выполнить заданный объем работ. Кроме того, при таком порядке в одном подъезде не сталкиваются два различных процесса. В противном случае был бы стеснен фронт работ. После ремонта коробки здания производился монтаж междуэтажных перекрытий, детали которых подавались краном на все этажи, а также монтаж перегородок, настилка полов, устройство крыши, санитарно-технические, штукатурные и малярные работы (рис. 49).

Метод поточного восстановления позволил использовать в большом количестве выпускников ФЗО и неквалифицированных рабочих.

График предусматривал неизменный состав рабочих. Однако на практике вследствие роста производительности труда количество рабочих в бригадах было меньше, чем по первоначальному графику. Например, в графике было предусмотрено 15 монтажников, фактически в бригаде их было только 8, так как в бригаде повысилась производительность труда.

Разница в выполнении норм и в заработной плате при поточном и непоточном восстановлении видна из таблицы показателей по стройуправлению № 1 «Гражданстрой» во втором квартале 1947 г.

Профессии	А п р е л ь		М а й		И ю н ь	
	выполнение в %	среднедневная зарплата в руб. и коп.	выполнение в %	среднедневная зарплата в руб. и коп.	выполнение в %	среднедневная зарплата в руб. и коп.

Н а п о т о ч н о м с т р о и т е л ь с т в е

Каменщики . .	185	58—34	176	43—66	189	52—80
Штукатуры . .	163	48—00	151	40—96	159	48—09
Плотники . . .	181	45—12	171	34—36	188	47—70
Столяры	235	76—58	194	65—00	211	79—10
Подсобные рабочие	134	32—62	114	18—30	122	22—52

Н а н е п о т о ч н о м с т р о и т е л ь с т в е

Каменщики . .	142	23—48	106	21—52	106	16—60
Штукатуры . .	100	15—70	112	19—07	107	20—16
Плотники . . .	145	36—12	131	27—28	134	37—10
Столяры	120	30—00	100	18—67	135	25—76
Подсобные рабочие	110	20—08	110	20—55	116	15—39

В связи со специализацией бригад и с переходом на поточное восстановление была перестроена и организационная структура строительства.

Обычно на строительстве или восстановлении домов в распоряжении производителя работ и мастера находятся рабочие многих специальностей. Производители работ и мастер, как правило, не используют по специальности всех рабочих и часто сами не являются знатоками всех видов работ.

При поточном восстановлении домов мастера и производители работ имели в своем распоряжении рабочих одной-двух специальностей, взаимно связанных по комплексу работы, предусмотренной их разделом графика.

На потоке имелись производители работ: а) по разборке завалов и восстановлению дефектных конструкций; б) по монтажу строительных деталей (перекрытий, перегородок, лестничных клеток и т. п.); в) по штукатурным работам; г) по малярным работам; д) по санитарно-техническим работам; е) по электромонтажным работам; на втором потоке работал еще производитель работ по каменной кладке.

Имелись специализировавшиеся мастера по монтажным работам, по уборке завалов, по каменной кладке, плотничным, столярным, штукатурным, малярным и другим работам. Мастера, руководя рабочими одной-двух специальностей, также становились высококвалифицированными специалистами по своим работам.

Поток возглавлялся старшим производителем работ — начальником потока, координирующим всю работу, ответственным за восстановление и сдачу дома. Для того чтобы каждая бригада, а также мастера и производители работ отвечали за свою работу, мастер и бригадир одной бригады должны были производить приемку работ от мастера и бригадира другой бригады. Так, мастер по штукатурным работам принимал работы у своего предшественника по графику, сдававшего под штукатурку стены, потолки, перегородки; мастер малярных работ в свою очередь должен был принять готовые оштукатуренные стены.

График второго потока восстановления домов, где в значительной мере были разрушены стены (дома № 114, 84, 33 и др.), отличался от графика первого потока: в график поэтажно было включено восстановление коробки здания. Параллельно с кладкой стен каждого этажа укладывались меж-

дуэтажные перекрытия, устанавливались столярка, перегородки и т. д.

Отделочные работы (штукатурка, покраска), а также санитарно-технические, электромонтажные и подготовка к сдаче велись по секциям.

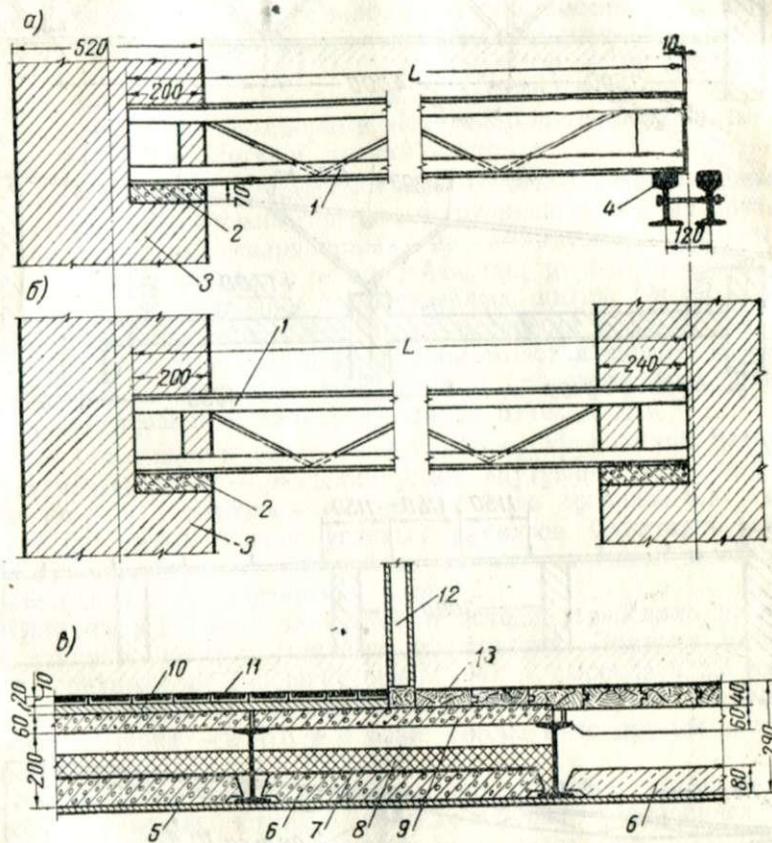


Рис. 50. Прутковые детали сводных прогонов для междуэтажных перекрытий: а — опирание на прогон с заделкой в стену; б — заделка в обе стены; в — сопряжение различных конструкций перекрытий; 1 — металлический сварной прогон; 2 — бетонная подушка; 3 — стена; 4 — прогон; 5 — штукатурка; 6 — нижние сборные железобетонные плиты; 7 — изоляционный картон или промазка битумом; 8 — шлак 50 мм; 9 — верхние сборные железобетонные плиты; 10 — цементная стяжка; 11 — метлахский пол; 12 — сборная деревянная перегородка; 13 — деревянный пол

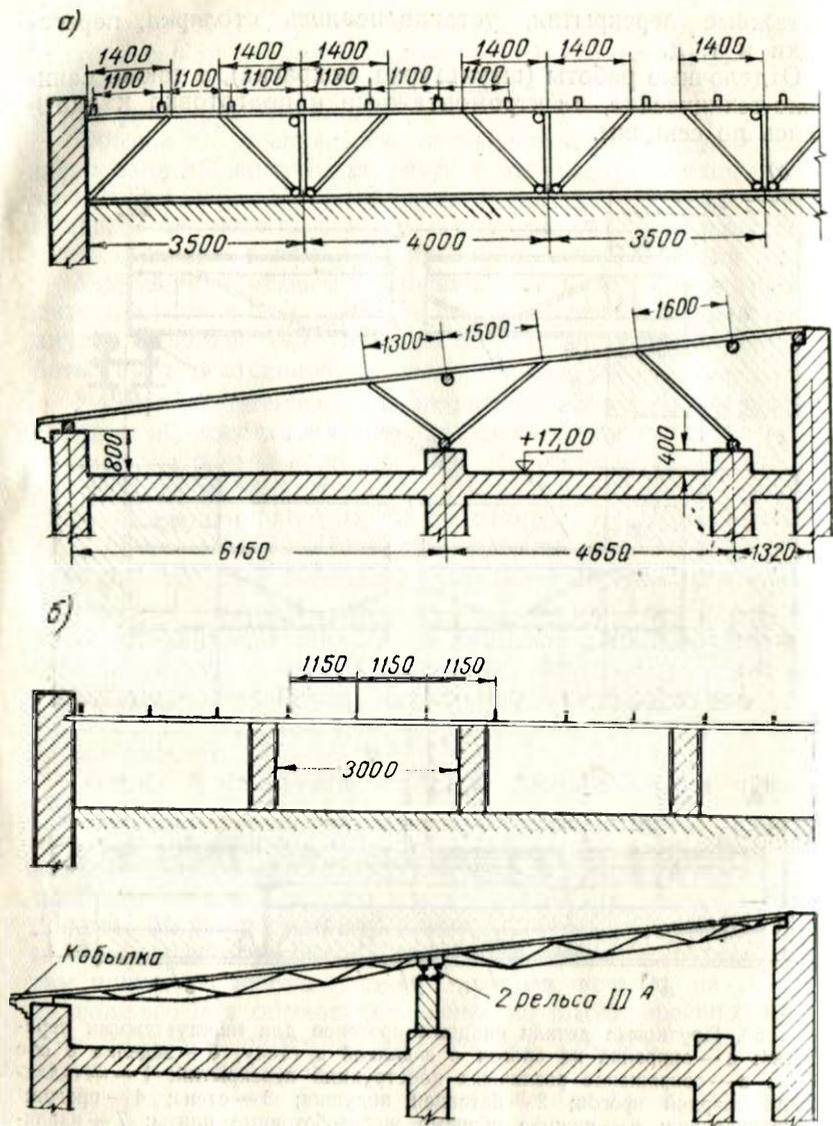


Рис. 51. Схемы устройства кровельного перекрытия на доме № 8-а: а — деревянное перекрытие по проекту; б — осуществленное в натуре с металлическим прогоном.

Важнейшим условием успешной работы на потоке являлась сборность домов и отдельных узлов зданий.

Все основные конструкции восстанавливаемых зданий изготовлялись в виде готовых сборных элементов. Междуетажные перекрытия были запроектированы из прутковых металлических балочек (рис. 50) с заполнением шлакобетонными плитами, а в санитарных узлах — железобетонными плитками. Часто использовались куски старых рельсов, а на фермочки — отходы арматурного железа. В настоящее время строительство переходит на сборные железобетонные балочки таврового сечения с укладкой по ним плиток.

Перегородки заготавливались в виде готовых щитов типовой конструкции. Стропильные фермы изготовлялись в виде прутковых фермочек, свариваемых из арматурного железа (рис. 51). Рабочий настил и опалубка под рулонную кровлю монтировались из заранее заготовленных щитов. Оконные и дверные проемы заполнялись изготовленными в ДОК готовыми блоками, состоящими из коробок со вставленными в них переплетами и дверными полотнами с прирезкой всех приборов, огрунтовкой и навеской замков, ручек и т. п.

Для ускорения и облегчения наиболее трудоемкой части штукатурных работ — разделки углов внутренних комнатных карнизов — в отделочных мастерских было организовано изготовление литых блоков угловых карнизов. Санитарно-технические проводки монтировались из заготовленных в санитарно-технических мастерских блоков.

Внедрение сборных элементов и деталей требовало наличия мощных производственных предприятий. Поэтому мощность предприятий Запорожстроя в 1947 г. выросла в 2,5 раза. Выпуск кирпича и шлакоблоков вырос в 2,5 раза. Выпуск сборного бетона — почти в 4 раза. Также и по другим изделиям.

Механизация работ на потоке определялась установкой башенного крана, который последовательно переносился с объекта на объект, обслуживая весь поток (рис. 52). При помощи этого крана осуществлялась подача всех основных материалов и конструктивных элементов, а также выполнялись монтажные работы по устройству междуетажных перекрытий.

Башенный кран подавал пачками прутковые балочки, шлакобетонные и железобетонные плиты междуетажных пе-

рекрытий, кирпич в контейнерах, шлакоблоки, доски, лаги, перегородочные щиты и т. п. После того как заканчивался

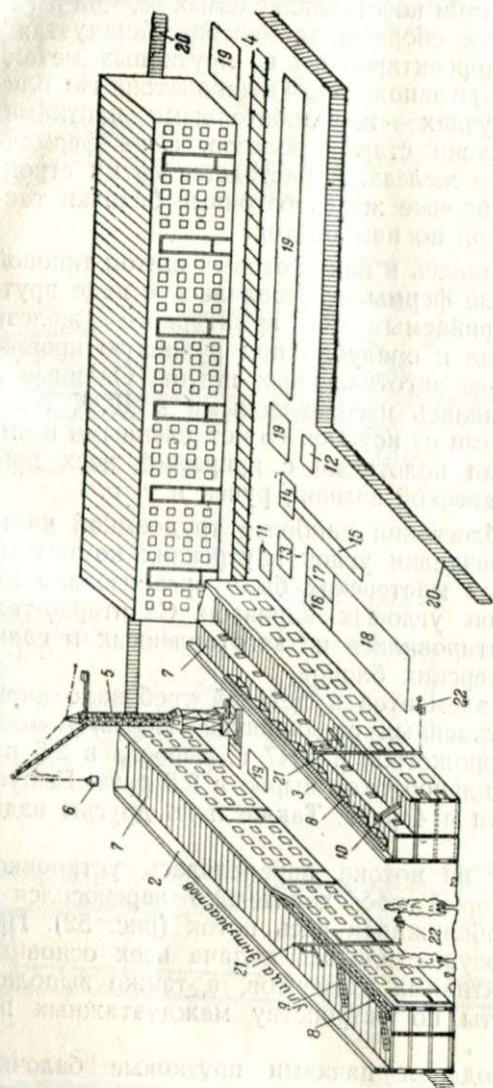


Рис. 52. Схема организации работ по восстановлению домов № 28, 26 и 25. 1 — восстанавливаемый дом № 28; 2 — устанавливаемый дом № 26; 3 — восстанавливаемый дом № 25; 4 — пути башенного крана; 5 — башенный кран; 6 — контейнер; 7 — приямки площадки для грузов; 8 — звеновой транспортер; 9 — рольганг; 10 — лоток для снука материалов; 11 — растворонасос; 12 — компрессор; 13 — растворомешалка для изготовления штукатурного раствора; 14 — растворомешалка для изготовления кладочного раствора; 15 — транспортер; 16 — склад извести; 17 — склад цемента; 18 — склад песка; 19 — склад строительных материалов; 20 — забор; 21 — край-укосина; 22 — лебедка с мотором

монтаж одного из междуэтажных перекрытий в пределах одной секции, на это перекрытие подавалось башенным краном

ном все необходимое количество для данной секции нарезанных по размерам половых лаг и досок, щитов перегородок, шлакобетонных плит для перегородок санитарных узлов, оконных и дверных блоков. После этого продолжался монтаж междуэтажного перекрытия следующего этажа. При помощи башенного крана производился также демонтаж грозящих обвалом деформированных конструкций здания. Все элементы конструкций крыши, прутковые стропильные фермочки, щитовой настил, а также все материалы для покрытия кровли (рулонный материал и битум) тоже подавались башенным краном.

Подача раствора для каменной кладки, подливки сборных шлакобетонных и железобетонных плит и для штукатурных работ осуществлялась при помощи растворонасоса Рудермана-Каплинского, подававшего раствор на все этажи. Компрессор использовался как для подачи раствора, так и для рубки отбойными молотками негодных бетонных конструкций. В зимних условиях разводка растворопровода, выполненная из металлических труб, была изолирована шлаковатой.

Учитывая частые перебои в подаче электроэнергии, для обеспечения бесперебойной работы механизмов у объекта была установлена передвижная электростанция мощностью 65 квт.

Помимо башенного крана для подъема мелких строительных материалов было установлено на балконах и чердачных перекрытиях несколько кранов ДИП, которые перемещались по мере необходимости. Таким образом все наиболее трудоемкие транспортные работы были механизированы.

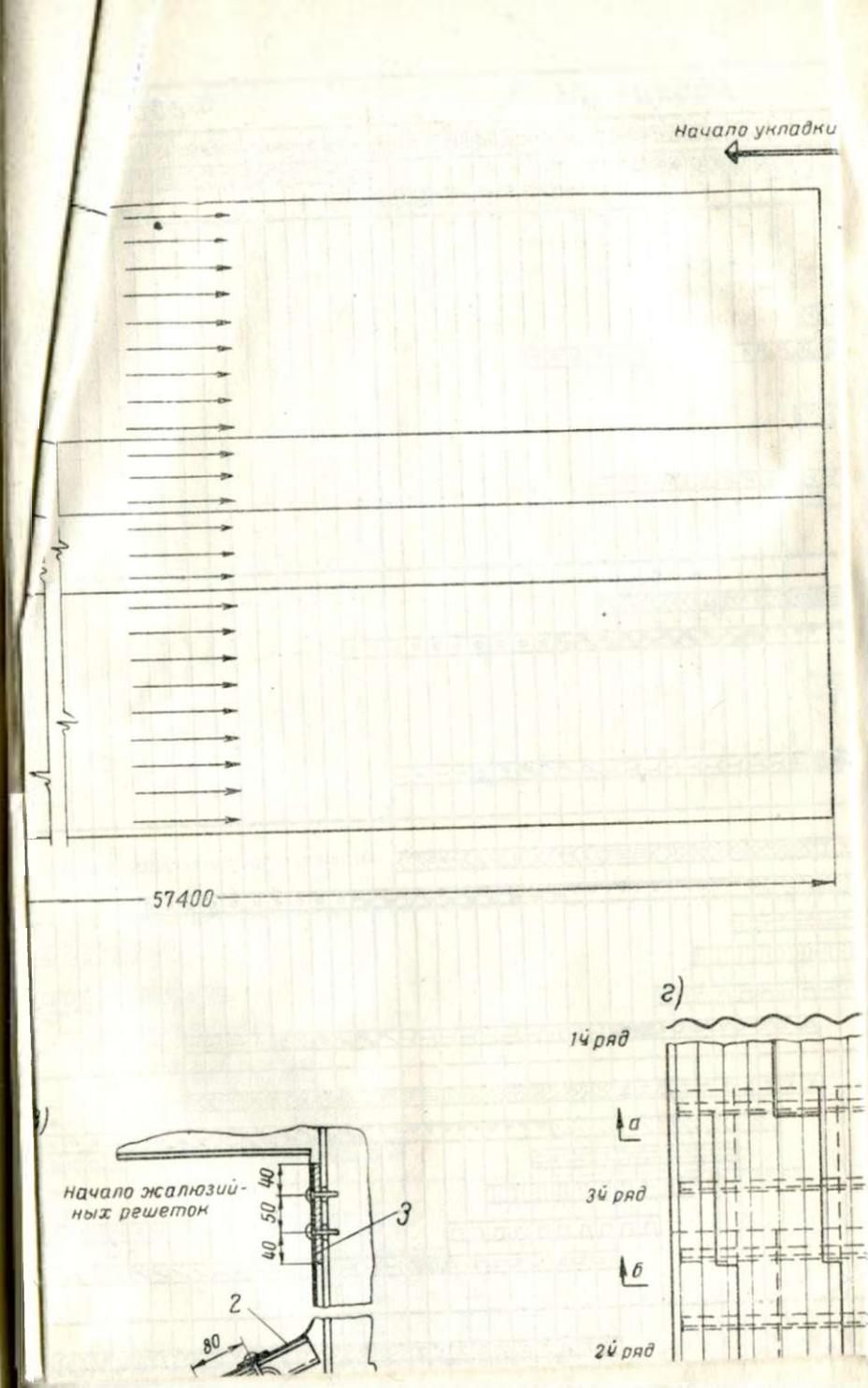
Обивка дранью перегородок производилась драночными полотнами, предварительно заготовленными на станках конструкции Величко.

При производстве малярных работ применялись краскопульты и пистолеты, питаемые от передвижных компрессорных агрегатов.

Простройка полов производилась ручными электрофуганками, а также паркетнострогальным станком.

На восстановлении домов второго потока подача кирпича и шлакоблоков производилась транспортерами, идущими от места выгрузки материалов до рабочего места по строящейся коробке здания. Вертикальный транспорт осуществлялся мачтами-укосинами, кранами Любимова и кранами ДИП (рис. 49).

Благодаря переходу на поточные методы срок восстановления дома сократился более чем в 3 раза. Дом в 1,5 тыс. м² восстанавливается теперь за 3 месяца. За 1947 г. было восстановлено большинство разрушенных коробок нового города. Площадь жилья, восстановленная в поселке, составила за 1947 г. 31 000 м². Всего в 1947 г. трест «Запорожстрой» введен в эксплуатацию 55 000 м² жилой площади. Попутно с восстановлением часть домов была реконструирована, улучшена планировка и архитектурное оформление.



ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
От автора	2
Предисловие	3
Введение	7
1. Завод «Запорожсталь» до войны	—
2. Разрушение завода	13
3. Восстановление	15
Глава I. Организация и методы производства работ	16
1. Суточный совмещенный график	18
2. Контроль графика и диспетчеризация строительства	23
3. Применение новых технических методов и материалов	27
Глава II. Восстановление и монтаж металлических конструкций	29
1. Восстановление доменной печи № 3	—
2. Восстановление угольной башни коксохимического завода емкостью 6 тыс. т.	33
3. Монтаж металлических конструкций при помощи телескопических подъемников	39
4. Монтаж металлической дымовой трубы коксохимического завода	45
Глава III. Восстановление и монтаж оборудования	50
1. Общие данные	—
2. Крановое хозяйство	54
3. Слябинг	—
4. Монтаж слябинга	56
5. Монтаж ножниц	61
6. Тонколистовой стан	66
7. Монтаж тонколистового стана	70

