

На правах рукописи

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
С С С Р

ЧЕЛЯБИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени ЛЕНИНСКОГО КОМСОМОЛА

ЧЕРНЫЙ Абрам Самойлович

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ  
СООРУЖЕНИЙ НУЛЕВОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТОВ ЧЕРНОЙ  
МЕТАЛЛУРГИИ

Специальность 05.23.08 -

"Технология строительного производства и  
организация строительства"

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Челябинск

1973

Челябинский  
политехнический институт  
БИБЛИОТЕКА

Работа выполнена в ордена Ленина тресте "Челябметаллургстрой"  
Министерства строительства предприятий тяжелой индустрии СССР.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ: профессор, лауреат Ленинской премии  
А.А. МАРЧЕНКО;  
кандидат технических наук  
Б.В. КУЧЕР.

ВЕДУЩЕЕ ПРЕДПРИЯТИЕ - Челябинский ГИПРОМЕЗ.


Автореферат разослан " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 1973 г.

Защита диссертации состоится 3 октября 1973 г., в 15 часов,  
в аудитории 428 на заседании Совета по присуждению ученых степеней  
инженерно-строительного факультета Челябинского политехнического  
института имени Ленинского комсомола (454044, г. Челябинск,  
44, проспект им. В.И. Ленина, 76).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Челябинского  
политехнического института имени Ленинского комсомола.

Просим Вас и сотрудников Вашего учреждения, интересующихся  
темой диссертации, принять участие в заседании Ученого Совета  
или прислать отзывы в двух экземплярах, заверенных печатью.

УЧЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА

доцент, кандидат технических наук  /В.В. Кагранов/

Развитие металлургической промышленности в соответствии с директивами XXIV съезда КПСС будет сопровождаться существенным ростом капиталовложений в эту отрасль (на 80% по сравнению с предыдущей пятилеткой). Наиболее ответственной и сложной задачей для строителей в текущей пятилетке является необходимость повышения производительности труда на 37%.

Все цеха металлургических заводов насыщены разнообразными подземными сооружениями, включая и сложные фундаменты под оборудование. Сложными подземными сооружениями являются проходные тоннели, приемные устройства для разгрузки угля, руды, известняка, слива шлаков и гидротехнические сооружения<sup>х)</sup>. Ряд сооружений выполняется из жаростойкого бетона.

Стоимость и трудоемкость этих сооружений так называемого "нулевого цикла" металлургических заводов колеблется от 36% до 55% общей стоимости и трудоемкости всего строительства.

До недавнего времени почти все эти сооружения проектировались и возводились из монолитного бетона и железобетона и были весьма массивной конструкции. Полносборными возможно выполнять лишь незначительную их часть, чему препятствуют сложность и большие разнообразие объемно-планировочных решений и большие нагрузки, обуславливающие значительные размеры сечений элементов. Надо при этом учесть, что эти сооружения размещаются, как правило, на значительной глубине, что приводит к значительной величине валовых откосов котлованной и обуславливает работу монтажных кранов на максимальных вылетах, что снижает их возможности по грузоподъемности.

Наиболее эффективно можно избежать эти затруднения путем применения сборно-монолитных конструкций.

В настоящее время нет нормативных документов на проектирование и возведение сборно-монолитных конструкций, это является тормозом для их внедрения и приводит к различным нерациональным решениям при их проектировании.

Настоящая работа посвящена поиску путей повышения производительности труда строителей и общей эффективности производства при возведении наиболее трудоемких подземных сооружений цехов черной и цветной металлургии путем разработки и применения рациональных решений сборно-монолитных железобетонных конструкций.

<sup>х)</sup> Под термином гидротехнические сооружения подразумевается: резервуары для воды и нефтепродуктов, отстойники, бассейны градирен, водоприемные камеры, самотечные каналы и лотки.

Работа выполнялась с 1960 г. по 1972 г. в тресте "Челябметаллургстрой" при участии проектных организаций: Уральского и Челябинского Гипрометаллов, Харьковского ПромстройНИИпроекта, Челябинского, Карагандинского Промстройпроектов, Гипрококса, Ленинградского ВАМИ и Челябинского политехнического института.

Диссертационная работа содержит введение, 5 глав, выводы и предложения, всего 157 страниц текста, иллюстрирована 39 рисунками, 32 таблицами. Приложение в составе 20 калькуляций на 42 страницах.

Построение диссертации следующее: в начале изложены разработанные и сформулированные автором основные принципы целесообразных решений сборно-монолитных конструкций, которые должны быть положены в основу их проектирования и строительства.

Назначение всех последующих разделов — обосновать и доказать правильность, возможность осуществления и эффективность этих принципов.

В первой главе изложены основные принципы и обоснования целесообразности применения сборно-монолитных конструкций.

Автор диссертации считал целесообразным уточнить определение понятия сборно-монолитной конструкции.

Определяющим различием между сборной и сборно-монолитной железобетонной конструкцией является то, что в сборной конструкции каждый сборный элемент и до и после замоноличивания работает самостоятельно, воспринимая свою долю нагрузки, передавая ее другим элементам или основанию согласно схеме сооружения, а в сборно-монолитных конструкциях сборные элементы могут включаться в работу только после замоноличивания в составе единой системы монолитного сооружения.

Наибольшая трудоемкость при введении монолитных железобетонных конструкций заключается в устройстве поддерживающих лесов, введении самой опалубки с разборкой. Работа эта не только трудоемкая, но требует весьма квалифицированных рабочих и большого расхода лесоматериалов.

Стоимость опалубочных работ при устройстве монолитных фундаментов под прокатное оборудование находится в пределах от 17 до 20% общей их стоимости, а трудовые затраты на эти работы составляют 40-58% общих трудовых затрат.

Устройство инвентарной опалубки тоже требует больших затрат труда и материалов. Кроме того, для всего множества равнообразных подземных сооружений возможность унификации в увязке с типоразме-

рами щитов опалубки крайне ограничена, а иногда и просто исключается.

На основе исследований и анализа многолетнего личного опыта по строительству сооружений нулевого цикла металлургических объектов и преследуя в качестве основных целей сокращение трудовых затрат и экономию лесоматериалов, автор диссертации разработал и предлагает шесть принципов целесообразного проектирования и применения сборно-монолитных железобетонных конструкций.

1-й принцип. Полное исключение поддерживающих опалубку лесов. Опалубка на участках замоноличивания должна быть проста по конструкции и должна крепиться к ранее смонтированным сборным элементам конструкции.

Необходимо полностью избегать устройства опалубки горизонтальных плоскостей. Достигается это укладкой на нижележащие ранее введенные конструкции сборных элементов (плит и прогонов), рассчитанных на восприятие нагрузки от верхних слоев свежеложенного бетона и монтажные нагрузки.

В этих элементах должна быть заложена рабочая арматура основной конструкции, в том числе и выпущенная поперечная арматура.

Устройства опалубки для вертикальных плоскостей наружных легко доступных частей сооружений (например, наружные грани проходных тоннелей) можно не опасаться даже при значительных ее площадях. В этом случае опалубку следует выполнять из крупногабаритных щитов любой конструкции, переставляя их монтажными кранами, работающими на сооружении данного объекта. Трудозатраты и затраты материала для такой опалубки здесь незначительны.

2-й принцип. Соотношение между объемом сборной части сборно-монолитной конструкции и общим ее объемом (т.е. процент сборности) не является главным решающим показателем ее эффективности, как это обычно до сих пор считается в практике проектирования. При оценке конкурентноспособности сборно-монолитных конструкций учитывать этот показатель не следует.

При сложившейся конъюнктуре цен, процент сборности, разумеется, влияет на сметную стоимость сооружения. Дело, однако, в том, что сметная стоимость, являясь составной частью истинной эффективности, не исчерпывает собой всей ее полноты для принятой конструкции.

Основными целями, которые мы преследуем, внедряя сборно-монолитные конструкции, являются сокращение трудовых затрат и расхода лесоматериалов.

Поэтому нельзя ценой увеличения трудовых затрат добиваться сокращения сметной стоимости. Нельзя не заботиться о расходе лесоматериала только потому, что он дешевле других материалов.

3-й принцип. Соединение сборной и монолитной частей конструкции должно обеспечивать их совместную работу как единой монолитной системы. В гидротехнических сооружениях должна обеспечиваться и водонепроницаемость.

В отношении гидротехнических сооружений следует отметить, что многолетняя практика автора по введению водорезервуаров, отстойников, бассейнов показала, что эти сооружения, выполненные сборно-монолитными, лучше удовлетворяют требованиям водонепроницаемости, чем выполненные из монолитного железобетона. Объясняется это тем, что в сборно-монолитной конструкции устраняется целый ряд сложностей введении, приводящих к появлению слабых мест и дефектов в монолитной конструкции.

4-й принцип. Сборные элементы сборно-монолитной конструкции должны иметь простую опалубочную форму, обеспечивающую технологичность изготовления и минимальные затраты на приобретение опалубки. Следует избегать устройства шпонок (требование СНиП, В, 1-62 и др.).

Четвертый принцип исходит из того, что величина экономического эффекта сборно-монолитных конструкций, с учетом приведенных затрат, значительно сокращается при необходимости несения затрат на изготовление сложных металлических форм и дополнительной оснастки. Поэтому форма сборных элементов должна быть такова, чтобы их можно было изготавливать на поддонах и стендах, применяя лишь простейшую сборно-оснастку: деревянную, металлическую (рамки), металлобетонную.

5-й принцип. Совместная работа старого и нового бетона вполне обеспечивается за счет оставления неаглаженной поверхности контакта сборных элементов и устройства выпусков арматуры.

Неаглаженная поверхность бетона, заформованного с применением вибрации, при надлежащем подборе состава бетона и крупности заполнителя, дает неровности высотой 5-20 мм.

Пятый принцип - это одно из наиболее простых и эффективных средств обеспечения совместной работы старого и нового бетона, решает задачи, поставленные третьим и четвертым принципами.

6-й принцип. В целях экономии цемента следует проектировать более высокие марки бетона для сборных частей и более низкие марки бетона для монолитных частей конструкции.

Во второй главе приведены примеры применения изложенных выше принципов по работам, выполненным в тресте "Челяб-металлургстрой".

Проекты этих сооружений первоначально выдавались тресту проектными организациями в монолитном варианте и по предложениям и при участии автора диссертации перепроектировались на сборно-монолитные. Только проекты фундаментов под прокатное оборудование мелкосортного и проволочного станков "250", в соответствии с ранее согласованными трестом техническими условиями на проектирование, были сразу выполнены в сборно-монолитных конструкциях.

Переработка проектов выполнялась на основе изложенных выше принципов целесообразного проектирования сборно-монолитных конструкций.

По заданию автора диссертации и по предложенным им программам кафедры железобетонных конструкций ЧИИ провела соответствующие испытания образцов и конструкций. Данные о некоторых из этих испытаний приведены в III главе.

Проходные тоннели больших сечений. В 1960 г. в комплексе строительства полосового стана "2300/1700" на ЧМЗ был построен тоннель сечением 5,7x5,3 м в свету протяженностью 80,0 м. В связи со значительными нагрузками ( $42,2 \text{ т/м}^2$ ) толщина стенок составляла 600 мм, а плиты перекрытия 750 мм.

Участок этого тоннеля протяжением 15,0 м в опытно-попытке был выполнен в сборно-монолитных конструкциях. Днище тоннеля сохранено по первоначальному монолитному варианту в виде монолитной железобетонной плиты. Внутренние поверхности стенок и перекрытия образуются сборными плоскими элементами - плитами толщиной 200 мм, содержащими всю продольную и выпущенную поперечную рабочую арматуру, они служили опалубкой с внутренней стороны тоннеля для монолитного бетона. После монтажа плит перекрытия устанавливали арматуру наружных зон конструкции и укладывали бетон монолитной части.

Опалубка нужна была только для ограничения наружной грани стен тоннеля и представляла собой крупноразмерные деревянные щиты на всю высоту тоннеля.

Сборные элементы перекрытия и стен тоннеля были изготовлены на заводе железобетонных изделий по стандовой технологии с деревянной бортонастойкой.

В данном случае затраты труда на возведение сборно-монолитного варианта тоннеля по сравнению с монолитным сокращены в 2,4 раза.

В таких же конструкциях в 1963 г. был сооружен тоннель водоводов протяжением 90 м, сечением в свету 7,8х6,3 м. Расход лесоматериалов по сравнению с монолитной конструкцией был сокращен на 90%, а трудоемкость снижена на 57%.

Тоннель блюминга "1300" на Челябинском металлургическом заводе. В 1963-1964 гг. был построен сборно-монолитный проходной тоннель для трубопроводов протяженностью 542 м и сечением 3,8х4,0 м. В монолитном массивном днище толщиной 1,0 м по осям продольных стен тоннеля оставлены пазы, в которые устанавливали стеновые плоские панели толщиной 25 см, шириной 2,4 м. Так как толщина 25 см не обеспечивала требуемой прочности стен тоннеля, то через каждые 3 м по длине устраивали монолитные, сильно армированные шпонки-пилястры сечением 80х100 см. С внутренней стороны пилястр устанавливали закладные части для крепления конструкций, поддерживающих трубы. Арматура пилястр соединялась с арматурой, вышущей из монолитного днища тоннеля в соответствующих местах.

Перекрытие тоннеля было выполнено из плит прямоугольного сечения 100х55 см. Плиты перекрытия, расположенные в плоскости монолитных пилястр, служат верхними ригелями рам, таким образом вместе с днищем образуется рама замкнутого контура.

Для бетопирования монолитных шпонок-пилястр, используя их однотипность и большую повторяемость, применялась инвентарная металлическая опалубка.

По сравнению с монолитным вариантом уменьшен объем железобетона на 1080 м<sup>3</sup>, трудовые затраты снижены на 2390 чел./дней, сокращен расход лесоматериала на 500 м<sup>3</sup>.

Водотоннель сортового стана "250" на Челябинском заводе. В 1967 г. был переработан проект водотоннеля для строящегося сортового стана "250" протяжением 280 м. Спаренный тоннель - из двух смежных проходов, каждый сечением в свету 5,2х5,0 м. Расчетная нагрузка на перекрытие (32,6 т/м<sup>2</sup>) привела к значительным размерам сечений - толщина стен 500 мм, высота плиты перекрытия 800 мм. Днище водотоннеля делается в монолитном железобетоне в соответствии с первоначальным проектом, стены - в сборно-монолитном, с внутренней стороны поверхности стен на стойки К-1, установленные с шагом 1,45 м, навешивались мелкоштучные плоские плиты толщиной 600 мм. (Для изготовления стоек использовалась опалубка "пассынок" электрообор). Перекрытие возводилось из сборных плит толщиной 200 мм, укладываемых на стойки К-1, остальная часть высоты перекрытия (600 мм) бето-



нировалась в монолите. Для укладки бетона монолитной части наружных стен по наружным их граням устанавливались крупноразмерные, на всю высоту стены, переставные щиты опалубки.

Совместность работы обеспечивается сцеплением по плоскому контакту старого бетона со свежеложенным и наличием вертикальной поперечной арматуры, выпущенной из сборных элементов.

При производстве работ выявилась возможность полностью заканчивать устройство стен тоннеля с укладкой монолитного бетона до начала работ по устройству перекрытия. Монтажники тщательно использовали это преимущество и успевали выполнять свои основные хотя бы такелажные работы по монтажу трубопроводов и поддерживающих их металлоконструкций до перекрытия тоннеля. При монолитном тоннеле приходится все металлоконструкции и трубы подавать через монтажные люки и транспортировать их в стесненных условиях до места укладки на значительные расстояния до 80-100 м.

Было достигнуто сокращение трудовых затрат по сравнению с монолитным вариантом - в 1,9 раза, без учета сокращения трудовых затрат на работы по монтажу металлоконструкций и трубопроводов "открытым" способом. Сократился срок строительства тоннеля на 2,5 месяца.

Водотоннель под колпаковыми печами цеха холодной прокатки на ЧМЗ. В 1970 г. Уралгипрометом (г. Свердловск) был выдан проект первоначально в монолитном варианте.

Переработке этого проекта на сборно-монолитный предшествовало испытание опытных сборно-монолитных плит перекрытия (см. главу III).

Тоннель протяжением 164,0 м, состоит из двух смежных контуров, оба высотой в свету 4600 мм и шириной один 4450 и второй 2850 мм. Наружные стены из сборных железобетонных панелей толщиной 500 мм шириной 1800 мм на всю высоту тоннеля (5,0 м) устанавливаются в продольные пазы дна и замоноличиваются. В верхнем торце стеновых панелей выпущена арматура для соединения с арматурой плиты перекрытия. По оси, разделяющей смежные контуры тоннеля, через 6,0 м устанавливаются колонны сечением 700x700 мм. По колоннам укладываются сборные железобетонные прогоны трапециевидного сечения с выпусками поперечной арматуры на 450 мм. Верхняя плоскость прогона при бетонировании не заглаживается. После замоноличивания прогон работает как тавровое сечение.

По наружным стенам и прогонам укладываются сборные железобетонные плиты перекрытия высотой 150 мм и шириной 1990 мм с выпусками поперечной арматуры и естественно шероховатой верхней плос-

костью, затем устанавливается арматура для восприятия отрицательных моментов и добетонируется монолитная часть.

Фундаменты под оборудование прокатных станов являются наиболее сложными сооружениями нулевого цикла. Выполняют их, как правило, из монолитного железобетона.

По согласованным автором техническим условиям фундаменты под оборудование сортового стана "250" на ЧМЗ были запроектированы сборно-монолитными – как фундаменты под основное прокатное оборудование, так и под передаточные стеллажи, рольганги и холодильники. Другие подаемные сооружения – маслоподвалы, тоннели, электротехнические помещения, отстойник с насосной (яма окислы) также были запроектированы сборно-монолитными.

Все четыре блока фундамента под разные группы клеток решены в идентичных сборно-монолитных конструкциях, отличаются только формой, размерами и теми особенностями, которые налагают на конструкцию, расположенные в непосредственной близости, сооружения.

Низ монолитной нижней плиты всех блоков фундамента расположен на отметке  $-7,0$  м, ее высота составляла 1100–1300 мм. В станине монолитной плиты устанавливались колонны прямоугольного сечения 800x800 мм или П-образные рамы с консолями. Вес рам достигал 12,0 тонн.

По колоннам и рамам уложены балки прямоугольного сечения, по ним блочные сборные железобетонные плиты, по которым укладывается бетон верхней монолитной железобетонной плиты. Верхняя плита имеет сложную форму, соответствующую устанавливаемому оборудованию. Совместная работа верхней плиты с балками и плитами перекрытия обеспечивается за счет неровностей оставленной незаглаженной верхней грани сборных элементов и выпусков поперечной арматуры.

Пространство между верхней и нижней плитами образует технический подвал под всеми группами клеток.

Общий объем сборно-монолитного группового фундамента  $6496 \text{ м}^3$ , в то время как для аналогичного монолитного фундамента  $10260 \text{ м}^3$ . Сокращение расхода железобетона составило 36,7%. Сокращение трудозатрат, расхода лесоматериала, сроков строительства, сметной стоимости см. таблицу 2.

Проволочный стан "250". В 1971 г. в течение одного года (за 11,5 месяца) был построен и введен в эксплуатацию проволочный стан "250" на Челябинском металлургическом заводе. Такому высокому темпу строительства не в малой мере способствовало применение индуст-

риальных сборно-монолитных конструкций по всем объектам комплекса, в том числе и фундаментам под прокатное оборудование.

Фундаменты под все прокатное оборудование запроектированы в виде облегченной стеночатой сборно-монолитной конструкции.

Принятое решение по сравнению с монолитными массивными фундаментами снизило объем железобетона на 7668 м<sup>3</sup>, или на 32%, в том числе по групповым фундаментам под рабочие клетки на 4669 м<sup>3</sup>, или на 37,4%.

Сметная стоимость фундаментов снижена на 178685 руб. - 26,5%. Трудозатраты сокращены на 3950 человеко-дней.

Среднесортный стан "350/500" Златоустовского металлургического завода. Проект фундаментов разработан Харьковским ПСНИИП совместно с Гипросталью из сборно-монолитных конструкций с частичным поднятием технологической линии на 3 м.

Колонны, устанавливаемые в стаканы нижней монолитной плиты, запроектированы прямоугольного сечения 600x600 мм, по колоннам укладываются ригели таврового сечения полкой книзу, по полкам ригелей - сборные плиты высотой 450 мм. По настилу из плит, играющему роль опалубки, бетонируется верхняя монолитная плита фундаментов под клетки.

Ригели и сборные плиты включены в совместную работу с верхней монолитной плитой фундамента. Ригели таврового сечения (рис. 1) имеют ширину полки 800 мм, высоту полки 500 мм, стенку толщиной 400 мм, с выпусками поперечной арматуры на 450 мм. На вертикальных плоскостях стенки ригеля на всю ее высоту у опор с каждой стороны предусмотрены пилообразные шпонки на длине 900-1600 мм, в зависимости от длины ригеля и эпюры перерезывающей силы.

В связи со сложностью конструкции ригели должны бетонироваться в весьма сложной металлической опалубке, что и рекомендуется проектом.

Плоские плиты высотой 450 мм имеют также усложненную форму. Они снабжены скосами как по продольным граням, так и по торцам, причем, характер скосов разный. На верхней плоскости плит, у опор, предусмотрены трапецевидные шпонки на всю ширину плиты. Усложнено не только изготовление плит, но заложено и значительное усложнение при устройстве фундамента. Так, проект предусматривает раскладку плит с зазорами от 175 до 350 мм. Это требует подвесной опалубки на всех швах между плитами (через 1,0 - 1,5 м). Потом опалубку надо снимать, проволочные скрутки обрезать, приводить в порядок по-

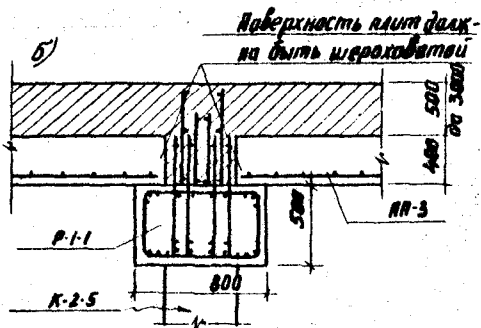
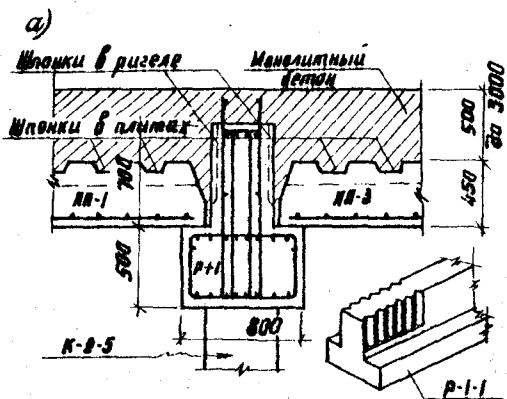


Рис. 1. Верхняя плита фундаментов под оборудование стана "350/500" Златоустовского металлургического завода:

- а) по проекту Харьковского ПромстройНИИпроекта;  
 б) осуществлено по предложению треста "Челябметаллургстрой"

верхность шра - все это нужно выполнять на высоте 4,0-5,0 м. Нужно, следовательно, подмости.

Надо сказать, что все эти усложнения вызваны требованиями действующих норм на проектирование.

Проверочный расчет показал, что только нижняя полка ригеля сечением 800x500 мм способна выдержать монтажные нагрузки и нагрузку от свежеуложенного бетона. Это дало возможность сделать сборную часть ригеля вместо таврового сечения прямоугольной. Совместная работа с монолитной частью ригеля обеспечивалась шероховатостями незаглаженной поверхности верхней грани его сборной части и выпусками поперечной арматуры. Отпала необходимость в изготовлении металлической опалубки для бетонирования ригелей.

Конструкция плит тоже была упрощена: ликвидированы скосы по боковым и торцовым граням и шпонки на верхней плоскости плит. Верхнюю плоскость плит оставляли незаглаженной с неровностями высотой 5-20 мм.

Приведенный пример говорит о том, что соблюдение или несоблюдение четвертого и пятого принципов эффективности сборно-монолитных конструкций может много изменить в расходе труда и материалов при возведении одного и того же сооружения.

В сборно-монолитных конструкциях выполняются в тресте ЧМС и другие сооружения подвального хозяйства прокатных цехов. К ним относятся: маслоподвалы, гидроподвалы, помещения станций управления (ПСУ), проходные тоннели и другие сооружения. Располагаются они на значительной глубине -7,0-8,0 м.

Сборно-монолитные конструкции гидротехнических сооружений нашли широкое применение не только на строительстве металлургических заводов, но и повсеместно.

Основные объекты городских очистных сооружений Челябинска были запроектированы в монолитном железобетоне. Наибольшей сложностью для производства работ представляли цилиндрические монолитные железобетонные отстойники. Для первой и второй очереди строительства было запроектировано по 16 отстойников-резервуаров, каждый диаметром 40,0 м и высотой 5,3 м. Проект предусматривал после бетонирования отстойников навивку напряженной арматуры из высокопрочной проволоки по всей наружной цилиндрической поверхности резервуаров, с последующим торкретированием этих поверхностей для предохранения арматуры от коррозии.

По настоянию автора диссертации весь проект был переработан

Московским Гипрокоммуводоканалом и запроектирован в сборно-монолитных железобетонных конструкциях. Плоские панели наружных стен и перегородок между емкостями устанавливаются в пазах монолитного дна, лотки, входящие в конструкции отстойников, сборные. В процессе проектирования все основные конструктивные решения согласовывались с трестом "Челябметаллургстрой" при консультации автора.

Все сооружения, представляющие собой емкости, были скомпонованы в два прямоугольных блока емкостей, для каждой очереди по одному, размерами в плане по 160x160 м и высотой 5 м. В каждом блоке емкостей размещены: первичные отстойники, преаэраторы, аэротенки, контактные емкости. По периметру блока емкостей вкомпонован проходной тоннель для трубопроводов и электрокабелей.

Такая коренная переработка проекта потребовала также изменения технологической схемы работы очистных сооружений с соответствующими изменениями состава и характера оборудования.

При строительстве очистных сооружений в сборно-монолитных конструкциях отпала необходимость в устройстве 28000 м<sup>2</sup> опалубки цилиндрических поверхностей.

В главе изложен также опыт применения сборно-монолитных конструкций из жароупорного бетона. Применяется два вида жароупорного бетона: для температур до +700-800°C на заполнителях из шлаковых материалов и до температур +1300°C на заполнителях из шамотных материалов. В сборно-монолитных конструкциях из жароупорного бетона в 1963 г. впервые в Союзе был выполнен фундамент с боровами коксовой батареи. Графитировочные печи электродного завода, обжиговые и нагревательные печи электродного и металлургического заводов выполняются с применением сборно-монолитных конструкций из жароупорного бетона.

В третьей главе рассматриваются некоторые аспекты прочности и деформативности плоского контакта между старым и новым бетоном.

Научные исследования прочности сцепления нового и старого бетона начались еще в 20-е годы. На основе работ ряда советских и зарубежных ученых (Н.А. Киткевича, А.А. Гвоздева, А.П. Васильева, М.С. Хуторянского, Р. Фере, Р. и Г. Девис и др.) были обоснованы и предложены известные практические рекомендации, повышающие прочность сцепления нового бетона со старым. В последующие годы исследованиями этого вопроса занимался широкий круг научных учреждений, ученых и инженеров. Однако, выявленные ранее принципиаль-

ные положения не изменились и лежат в основе действующих технических условий.

В последнее время примененно беспыночного контакта начало находить свое отражение в нормативных документах при определенных ограничениях. Так, переадаанная в 1970 г. глава СНиП П.В. 1-62 § 12.60 допускает беспыночный контакт в скатой зоне, если скалывающие напряжения не превышают  $0,25 R_p$ . Однако, практически это мало помогает решению проблемы.

В научно-технических отчетах НИИЖБа за 1964 г. "Стыки сборных железобетонных конструкций" (Васильев А.П., Коровин И.И., Королев Л.В.) и в "Инструкция по проектированию сборно-монокитных железобетонных конструкций" (Бордичевский Г.И., Куамичев А.Е.) 1966 г. сделаны дальнешие шаги по расширению области применения плоского контакта.

Подготовлены к печати "Рекомендации по проектированию изгибаемых сборно-монокитных стержневых конструкций". НИИСК и УралНИИСтромпроект (Гольшов А.Е., Полидук В.П., Кривошеев П.И., Бураков Л.Н., Сунгатуллин Я.Г., Городецкий Б.Д.). В этих рекомендациях предлагается рассматривать сопротивление плоскости контакта сдвигающим усилиям как сумму сопротивлений за счет различных факторов. К ним относятся:

$T_{сц}$  - сопротивление контакта сдвигу за счет сцепления двух бетонов при отсутствии поперечной арматуры. При наличии поперечной арматуры сопротивление ( $T_{сц}$ ) увеличивается на коэффициент  $\Phi_a$  - изменяется от 1,00 до 1,75 в зависимости от характера поперечного армирования.

$T_a$  - сопротивление поперечной арматуры сдвигающим усилиям.

$T_{тр}$  - сопротивление контакта сдвигу за счет трения (от действия поперечной силы).

В рекомендациях есть указания, что выступы на шероховатой поверхности бетона высотой более 10 мм следует рассматривать как шпонки.

Однако, перечисленные выше научные работы еще не увидели свет и не стали руководящим материалом для проектных организаций.

Настоящая работа не ставит перед собой целью обстоятельного изучения прочности контакта между двумя бетонами. Это задача другого специального исследования. Здесь имеется ввиду изложить результаты накопленного производственного опыта треста "Челябметаллургстрой" и испытаний, проведенных сотрудниками кафедры ЛБК ЧПИ

к.т.н. Ю.А. Иващенко, В.П. Чирковни и инж. Г.Н. Запутинни, по инициативе и программам, составленным автором диссертации.

Рассмотрены результаты испытаний и данные соответствующих расчетов натурального участка плиты перекрытия спаренного тоннеля сортового стана "250" с доведением нагрузки при испытании до 120% от расчетной, опытной отдельной плиты для этого же тоннеля, опытных сборно-монолитных плит перекрытий над спецподвалами, перекрытия тоннеля под колпаковыми печами цеха холодной прокатки.

Общим для всех испытаний было то, что на всех этапах загрузки в плоскости контакта сборной плиты с монолитным бетоном, вплоть до появления наклонных трещин, деформации сдвига не отличались от деформаций в условных элементах-эталопах и развивались по линейному закону. Приборы, установленные для фиксации отрыва сборной плиты от монолитной части, в большинстве случаев фиксировали скатие, в отдельных случаях наблюдалось незначительное растяжение, не превышающее предельное  $(3+15) \cdot 10^{-5}$  мм.

Отсутствие разрушения в зоне контакта во всех случаях испытаний позволяет сделать вывод, что испытываемые опытные конструкции работали как цельные. Это же подтверждалось характером развития наклонных трещин. Разрушение опытных конструкций происходило или за счет достижения растянутой арматурой предела текучести или за счет разрушения скатой зоны бетона. При этом контакт сборной плиты с монолитным бетоном оставался не нарушенным.

Были выполнены проверочные расчеты по методике, предложенной М.И. Бычковым, Я.Г. Сунгатуллиным и Б.Л. Городецким. Эта методика использована в упомянутых рекомендациях НИИСКА и УралНИИСтром-проекта. По этой методике прочность контакта определяется с учетом образования наклонных трещин при нагрузках, близких к разрушающим. Снабвдавшее напряжение по поверхности контакта у опоры находится из условия равновесия участка конструкции, ограниченного плоскостью контакта и наклонной трещиной (рис. 2) и определяется формулой:

$$\tau_{ск} = \frac{T_{ск}}{F_{ск}} = \frac{Q \cdot c_0 - q_x \frac{c_0^2}{2}}{z \cdot b \cdot l_{ск}}$$

где  $c_0$  - проекция наклонной трещины, идущей от грани опоры, определяется по формуле

$$c_0 = \sqrt{\frac{0,15 R_n \cdot b \cdot h_0^2}{q_x}}; \quad \text{где } q_x = \frac{R_{ск} \cdot f_x \cdot n \cdot \sin \alpha}{u_x \cdot c}$$



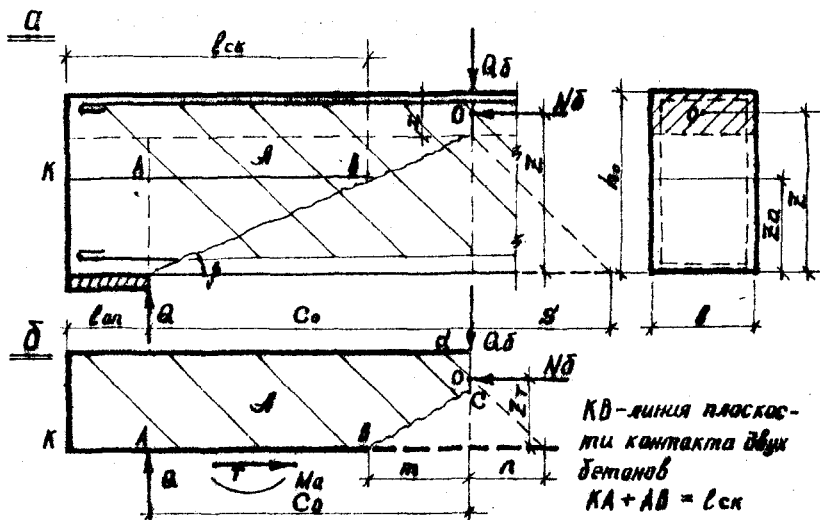


Рис. 2. Расчетная схема балки на скалывание в плоскости контакта над крайней опорой

В некоторых случаях величины  $l_{ск}$  и  $C_0$  замерялись по фактическому раскрытию трещин. Получаемые таким образом значения  $\tau_{ск}$  по своей величине составляли 60-80% общей сопротивляемости шва скалыванию, которая определялась как сумма трех величин:

$$\tau_{дон} = R_{ср} + \tau_x + \tau_{тр}.$$

Это и обеспечивало прочность контакта вплоть до разрушения конструкции в нормальном сечении. Поперечное сжатие внавязывает силы трения, что повышает прочность контакта.

Все приведенные испытания подтвердили возможность получения вполне работоспособных сборно-монолитных конструкций с плоским беспылочным контактом между старым и новым бетоном с поперечным армированием.

В четвертой главе освещены отдельные вопросы организации и технологии возведения сборно-монолитных конструкций.

При возведении сборно-монолитных конструкций необходимо руководствоваться соответствующими разделами и главами СНиП, где отражены правила производства и приемы работ монолитных железобетон-

ных конструкций (СНиП.Ш.В.1-70) и правила производства и приемки монтажных работ сборных железобетонных конструкций (СНиП.Ш.В.3-62).

В главе не рассмотрены только те вопросы и особенности технологии возведения сборно-монолитных конструкций, которые не нашли отражения в этих документах.

При изготовлении сборных элементов для сборно-монолитных конструкций, их складировании и перевозке рассмотрены особенности, которые возникают в связи с необходимостью устройства выпусков поперечной арматуры, оставления естественно шероховатой поверхности плоскости контакта. Даны соответствующие рекомендации.

При монтаже сборных элементов и устройстве монолитной части конструкции рассмотрены преимущества и недостатки применения различных видов подъемно-транспортного оборудования, в том числе и мостовых эксплуатационных кранов. Проанализированы отдельные сложные ситуации, возникающие при строительстве нулевого цикла прокатных цехов. Дан пример их решения, осуществленный по предложению автора, на строительстве проволочного стана "250" ЧМЗ в 1971 г.

Железобетонные плиты или балки неполного по высоте профиля, содержащие рабочую арматуру, необходимую для работы всей конструкции от эксплуатационных нагрузок, временно служат горизонтальной опалубкой. Должна быть проверена несущая способность этих элементов на монтажные нагрузки, главным образом от свежеложенного бетона. Допускать в этих элементах для обеспечения прочности на монтажную нагрузку расход арматурного металла больший, чем требуется при работе в основной конструкции с учетом эксплуатационной нагрузки, нецелесообразно. В таких случаях (что бывает весьма редко) надо под отдельные плиты устанавливать временные деревянные промежуточные опоры.

В сборно-монолитных конструкциях толщина слоя свежеложенного бетона над сборными плитами перекрытий, служащими опалубкой, иногда достигает нескольких метров. Если всю толщину бетона считать "свежеложенным", то нагрузка достигает значительной величины (5-10 т/м<sup>2</sup>). В действительности же, при послойном бетонировании сборные элементы не испытывают такой нагрузки, так как за время бетонирования нижние слои бетона начинают приобретать некоторую прочность, постепенно частично включаясь в работу. Кроме того, в толще ранее уложенного бетона образуются своды, передающие часть нагрузки от верхних слоев бетона на опоры. По учету этих факторов в существующих нормативных документах нет рекомендаций.

Исследования этого вопроса начаты к.т.н. А.Ф. Мацкевичем ("Промышленное строительство" № 7, 1972).

При производстве работ в зимних условиях особую сложность представляет предохранение от промерзания оснований групповых фундаментов под прокатное оборудование. Продолжительность устройства таких фундаментов от трех до восьми недель. Сохранение какого-либо утепляющего слоя на подготовке в течение этого времени невозможно. Попытки применить электропрогрев подготовки или основания положительных результатов не дали, так как по условиям техники безопасности электропрогрев не совместим с производством работ в зоне прогрева.

Предлагается следующая специальная конструкция основания, способная предохранить от промерзания грунт на время производства работ. Между двух слоев шлакобетонной подготовки толщиной по 100-200 мм из шлакобтона М-50 укладывается слой щебня фракции 40-70 мм толщиной 300-400 мм. Лучше щебень из отвалных доменных шлаков, но можно и из естественных пород. Общая высота конструкции подготовки 500-600 мм. Заполненные воздухом пустоты между отдельными щебенками способствуют снижению теплопроводности конструкции.

Для исключения возможности движения воздуха в слое щебня, всю подготовку надо ограничить по контуру шлакобетонной стенкой толщиной 300-400 мм, соединяющей верхнюю и нижнюю подготовки. Если площадь основания значительна по размерам, то такими стенками надо разделить всю площадь на квадраты или прямоугольники с размером сторон в плане 15-20 м. Таким образом, щебень будет находиться в замкнутых объемах.

В пятой главе выполнены сопоставительные расчеты технико-экономических показателей из числа описанных в работе сборно-монолитных конструкций по сравнению с монолитными аналогичными сооружениями. Расчеты выполнены на основе сопоставления показателей приведенных затрат в соответствии с инструкцией по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительство СН-423-71.

При сопоставлении монолитных со сборно-монолитными конструкциями сооружений объектов черной металлургии, определяя приведенные затраты, необходимо конкретно в каждом случае уточнять величину затрат на капитальные вложения в базу стройиндустрии, исходя из местных условий. В основном эта составная часть приведенных затрат должна сводиться только к затратам на приобретение форм и оснастки для из-

готовления сборных элементов сборно-монолитных конструкций и затрат на приобретение инвентарной опалубки для монолитных конструкций.

Для многих сооружений сборно-монолитное решение является лишь методом и приемом возведения в конечном счете монолитной конструкции. В связи с этим величина эксплуатационных расходов на изменяется в зависимости от того выполнены ли они в сборно-монолитном или монолитном варианте. К таким сооружениям относятся проходные тоннели различного назначения, маслоподвалы, подземные электрические и вентиляционные помещения, отстойники, бассейн градирен.

"Указания по проектированию и возведению облегченных фундаментов под прокатное оборудование" Харьковского Проектно-Исследовательского института и упомянутая инструкция СН-423-71 рекомендуют при сопоставительной оценке вариантов конструкций, считать основными показателями: себестоимость возведения конструкции, капитальные затраты на возведение и продолжительность строительства, относить к дополнительным показателям - трудоемкость возведения и расход основных материалов. С этим согласиться нельзя.

Трудоемкость и расход основных материалов следует отнести к основным показателям, так как здесь в наиболее явной форме проявляется экономия настоящего и прошлого труда. Сокращение трудовых затрат на строительных работах имеет первостепенное значение, так как острота вопроса обеспечения строительства рабочими кадрами с каждым годом возрастает, особенно дефицитна профессия плотников.

Применение сборно-монолитных конструкций сопровождается значительным уменьшением общего объема железобетона в конструкции и сокращением расхода лесоматериала. И то и другое весьма существенно.

Сопоставительные расчеты произведены по пяти тоннелям различных сечений и различных конструкций, по трем групповым фундаментам под основное прокатное оборудование проволочного стана "250" ЧМЗ, по маслоподвалу и отстойнику оборотного цинка. (Таблицы 1 и 2).

Таблица 1

Выборка из сопоставительных расчетов затрат по монолитным и сборно-монолитным вариантам строительства тоннелей больших сечений и отстойника оборотного цикла

№ п.п.	Наименование объекта	Объем работ в м <sup>3</sup>			Приведенные затраты в руб.	Трудоемкость, чел-дни	Эконом. лесоматериала м
		Всего	Монолит. бетон	Сборно-железобетон			
1.	Водотоннель стана "2300/1700", огнивный участок дл. 15,0 м:						
	а) монолитный вариант	107	107	-	7115	151	
	б) сборно-монолитный	107	71	36	4274	62	31
2.	Водотоннель стана "2300/1700" дл. 90 м:						
	а) монолитный вариант	957	957	-	52747	961	
	б) сборно-монолитный	814	598	216	38772	515	106
3.	Водотоннель блдминистра "1300" дл. 542 м:						
	а) монолитный вариант	9710	9710	-	407616	5966	
	б) сборно-монолитный	8630	7274	1356	309034	3578	597,7
4.	Водотоннель прокатного стана "250" дл. 280 м:						
	а) монолитный вариант	1338	1338	-	68824	1221	
	б) сборно-монолитный	1338	1035	303	57853	644	167,1
	(расчет сделан для участка 81 м)						
5.	Водотоннель цеха холодного проката дл. 168 м:						
	а) монолитный вариант	3440	3440	-	165134	2690	
	б) сборно-монолитный	3268	2397	871	142527	1466	148,1
ВСЕГО по тоннелям:							
	а) монолитный вариант	15552	15552	-	701436	10989	
	б) сборно-монолитный	14157	11375	2782	551980	6258	1080,8
6.	Отстойник окисно-содержащих стоков оборотного цикла водоснабжения стана "250"						
	а) монолитный вариант	458,6	458,6	-	24825	630	
	б) сборно-монолитный	302,7	188,9	113,8	16498	272	81,0

Выборка из сопоставительных расчетов затрат по монолитным и сборно-монолитным стенчатым вариантам строительства фундаментов под прокатное оборудование

№ п.п.	Наименование объекта	Объем работ в м <sup>3</sup>			Приведенные затраты в руб.	Трудовые затраты в чел. дни	Эконом. лесоматериала м <sup>3</sup>
		Всего	Монолит. бетон	Сборно-лит. железобетон			
<u>Стан "250" проволочный</u>							
1.	Фундамент под оборудование участка чистой группы клетей:						
	а) монолитный вариант	3158	3158	-	104842	1540	
	б) сборно-монолитный	1999	1755	244	73308	853	187
2.	То же участка черновых клетей:						
	а) монолитный вариант	4083	4083	-	130885	1860	
	б) сборно-монолитный	2651	2326	325	90225	1025	197
3.	То же участка промежуточных клетей:						
	а) монолитный вариант	5268	5268	-	167023	2455	
	б) сборно-монолитный	3508	3092	416	124600	1360	302
<u>ВСЕГО по трем групповым фундаментам стана "250":</u>							
	а) монолитный вариант	12509	12509	-	402750	5855	
	б) сборно-монолитный стенчатый вариант	8158	7173	985	288133	3238	686
4.	<u>Маслоподвал № 5</u>						
	а) монолитный вариант	685	685	-	40422	702	
	б) сборно-монолитный	619,8	393,5	226,3	31724,7	441	47

Из данных расчетов, сведенных в таблицы, видно, что по пяти тоннелям рассматриваемых вариантов расход лесоматериала снижен на 1051 м<sup>3</sup>, или на 65%; трудовые затраты сократились на 10989-6253=4736 чел./дн или на 43%. В результате приведенные затраты по этим объектам снижены на 701436-551960=149,5 тыс.руб. - на 21,4%. По трем групповым фундаментам под прокатное оборудование расход лесоматериала

материала снижен на  $686 \text{ м}^3$ , трудовозатраты снижены на  $5855 - 3238 = 2617$  чел/дн или на  $44,5\%$ . Приведенные затраты сокращены на  $402,7 - 288,1 = 114,6$  тыс.руб. -  $28,5\%$ .

По маслоподвалу расход лесоматериала снижен на  $47 \text{ м}^3$ , трудоемкость снижена на  $702 - 441 = 261$  чел/дн - на  $37\%$ . Приведенные затраты сокращены на  $40,4 - 31,7 = 8,7$  тыс.руб. -  $21,5\%$ .

По отстойнику оборотного цикла расход лесоматериала снижен на  $81 \text{ м}^3$ , трудовозатраты сокращены на  $530 - 272 = 258$  чел/дн -  $48,5\%$ . Приведенные затраты снижены на  $24,6 - 16,5 = 8,1$  тыс.руб. -  $33\%$ .

Все приведенные выше результаты сопоставительных расчетов для различных сооружений убедительно говорят о значительной экономической эффективности сборно-монолитных конструкций предлагаемой системы по сравнению с монолитными. Существенна величина снижения себестоимости, приведенных затрат, трудоемкости, расхода материалов, в том числе лесоматериала. Наиболее ценным результатом является значительное сокращение трудовозатрат.

#### Основные выводы и предложения:

1. Строительство сложных сооружений подземной части металлургических предприятий из монолитного железобетона приводит к большим трудовым затратам, составляющим только по опалубочным работам  $45-58\%$  от трудоемкости возведения сооружений нулевого цикла, что соответствует  $20-30\%$  трудоемкости строительства объекта в целом, включая надземную часть.

2. Наиболее перспективным направлением повышения эффективности строительства и снижения трудовозатрат на работах нулевого цикла является применение сборно-монолитных конструкций.

Сформулированы шесть основных принципов проектирования и возведения сборно-монолитных железобетонных конструкций, лежащих в основе наиболее эффективных их решений:

1-й принцип - полное исключение поддерживающих опалубку лесов, опалубка должна крепиться к ранее смонтированным сборным элементам конструкции, исключение опалубки горизонтальных поверхностей и сокращение общего ее объема.

2-й принцип - соотношение между объемом сборной части сборно-монолитной конструкции и общим ее объемом (т.е. процент сборности) не является решающим показателем ее эффективности. При оценке конкурентоспособности сборно-монолитных конструкций учитывать этот показатель не следует.

III-й принцип – соединение сборной и монолитной частей конструкции должно обеспечивать их совместную работу как единой монолитной системы. В гидротехнических сооружениях должна обеспечиваться и водонепроницаемость.

IV-й принцип – сборные элементы сборно-монолитной конструкции должны иметь простую опалубочную форму (минимальные затраты на устройство опалубки). Следует избегать устройства шпонок.

V-й принцип – совместная работа старого и нового бетона обеспечивается за счет оставления незаглаженной поверхности плоскости контакта сборных элементов и выпусков поперечной арматуры.

VI-й принцип – в целях экономии цемента следует проектировать более высокие марки бетона для сборной части сборно-монолитной конструкции и более низкие марки для ее монолитной части.

3. Из числа спроектированных и построенных под руководством автора сооружений, на основе внедрения изложенных выше принципов, в настоящей работе рассмотрены построенные на Челябинском металлургическом заводе пять типов проходных тоннелей больших сечений, три вида групповых фундаментов под прокатное оборудование, маслоподвал, отстойник окалиносодержащих стоков оборотного цикла, городские очистные сооружения Челябинска и два участка групповых фундаментов под прокатное оборудование на стане "350/500" Златоустовского металлургического завода с общим объемом железобетона 54,5 тыс. м<sup>3</sup>.

4. Исследованиями совместной работы сборного и монолитного железобетона сборно-монолитных конструкций (испытания производились как в натуральных условиях, так и опытных конструкций натуральных размеров) установлено, что в зоне плоского бесшпоночного контакта с естественно шероховатой поверхностью и поперечным армированием не наблюдается деформаций и разрушений, не характерных для монолитных конструкций. Разрушение наступает вследствие достижения продольной рабочей арматурой предела текучести или разрушения бетона сжатой зоны в нормальном сечении.

5. Обоснованы основные технологические и организационные предпосылки введения сборно-монолитных конструкций, в том числе в зимних условиях. Даны рекомендации по устройству оснований под сложные фундаменты, предохраняющие от промерзания грунт основания во время производства работ. Показано, что существующий парк строительных машин обеспечивает возможность изготовления и монтажа.



сборно-монолитных конструкций. Применение таких конструкций позволяет совмещать строительные работы с монтажом трубопроводов и под-держивающих их металлических конструкций в тоннелях, монтажом обо-рудования и производством электротехнических работ в подвальных по-мещениях. Упрощается конструкция кондукторных устройств для уста-новки анкерных болтов и сокращается расход металла на их устрой-ство.

6. Определена экономическая эффективность возведения нулево-го цикла объектов металлургии из сборно-монолитных конструкций. Приведенные затраты по пяти проходным тоннелям (рассмотренны в работе) снижены на 21,4%, по фундаментам под прокатное оборудова-ние на 28,5%, трудоемкость уменьшена соответственно на 43% и 45%, расход лесоматериалов - на 65% и 47%. Ежегодно в тресте "Челяб-металлургстрой", благодаря массовому внедрению таких конструкций, сокращаются трудовые затраты от 31000 до 37000 чел./дней (128-154 человека).

Дальнейшие исследования сборно-монолитных конструкций и обоб-щение опыта их возведения должны быть направлены на создание норм проектирования и строительства, предусмотрев в них более широкую возможность применения плоского контакта между старым и новым бетоном с поперечным армированием. Распространению внедрения сбор-но-монолитных конструкций может способствовать разработка типовых проектов или типовых решений узлов сборно-монолитных конструкций различных сооружений.

В технических условиях на проектирование объектов, возводимых в сборно-монолитных конструкциях (согласовываемых со строительными организациями), следует отражать принципиальные направления конст-руирования, устанавливать перечень унифицированных нетиповых сбор-ных элементов в составе сборно-монолитных конструкций, сводить эти данные в таблицы.

Необходимо продолжить исследования по определению величины на-грузок от свежесушеного бетона, в зависимости от толщины его слоя и регламентировать их соответствующей нормативной инструкцией.

\* \* \*

Отдельные положения диссертации опубликованы в следующих ра-ботах:

1. Сунгатуллин И.Г., Черный А.С., Валеев А.Х. Строительство опытного участка сборно-монолитного железобетонного тоннеля в

г. Челябинске. "Материалы совещания по вопросам проектирования и применения сборно-монолитного железобетона в промышленном строительстве". Свердловск, 1963.

2. Черный А.С. Внедрение сборного железобетона улучшило показатели работы треста "Челябметаллургстрой". "Промышленное строительство" № 8, 1964.

3. Черный А.С., Фейгин Д.Л. Прогрессивные методы строительства прокатных станков. "На стройках России" № 3, 1966.

4. Черный А.С. Задачи и обязательства строителей Челябинского металлургического завода в юбилейном году. "Промышленное строительство" № 5, 1967.

5. Черный А.С., Ивашенко Ю.А. Сборно-монолитные конструкции водотоннеля на сортовом стане "250" Челябинского металлургического завода. "Бетон и железобетон" № 3, 1972.

6. Черный А.С. Из опыта строительства проволочного стана "250" на Челябинском металлургическом заводе. "Промышленное строительство" № 5, 1972.

7. Черный А.С., Фейгин Д.Л., Шатров А.И. Строительство проволочного стана "250" на Челябинском металлургическом заводе. Реферативный сборник ЦБТИ Минтяжстроя СССР серия "Строительство металлургических предприятий". Выпуск 2, Москва, 1972.

Отдельные разделы диссертационной работы докладывались:

1. На научно-техническом совещании по вопросам исследования, проектирования и применения сборно-монолитного железобетона в промышленном строительстве. Свердловск, 1963.

2. На конференции ученых Челябинской области, посвященной 50-летию Октябрьской революции. Секция строительства, 11 октября 1967.

3. На зональном совещании по проблемам применения монолитного, сборного и сборно-монолитного железобетона на строительстве предприятий черной металлургии Урала. Челябинск, 23 февраля 1972.

4. На областной конференции, созванной областным управлением НТО Стройиндустрии совместно с Главтууралстроем. "Сборно-монолитные конструкции подземных сооружений". Челябинск, 4 апреля 1973.