

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ



ЖАС ҒАЛЫМДАР КЕҢЕСІ



Студенттер мен жас ғалымдардың
«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2016» атты
XI Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XI Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2016»

PROCEEDINGS
of the XI International Scientific Conference
for students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION - 2016»

2016 жыл 14 сәуір
Астана

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2016»
атты XI Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XI Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2016»**

**PROCEEDINGS
of the XI International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2016»**

2016 жыл 14 сәуір

Астана

ӘӨЖ 001:37(063)

КБЖ 72:74

Ғ 96

Ғ96 «Ғылым және білім – 2016» атты студенттер мен жас ғалымдардың XI Халық. ғыл. конф. = XI Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2016» = The XI International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2016» . – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2016. – б. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-764-4

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

ӘӨЖ 001:37(063)

КБЖ 72:74

ISBN 978-9965-31-764-4

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2016

излучение), эмалей и глазурей, высокотемпературных сверхпроводников, пиротехнических составов.

Оксид иттрия широко используется в керамической промышленности. Одной из наиболее важных и ответственных областей применения оксида иттрия в качестве жаропрочного огнеупорного материала является производство наиболее долговечных и качественных сталеразливочных стаканов (устройство для дозированного выпуска жидкой стали).

Вывод: таким образом, разнообразие методов применения как чистых золошлаковых отходов, так и соединений ценных элементов, которые в них содержатся, позволяет надеяться на последующее перспективное извлечение ванадия, титана, кобальта, стронция, марганца, иттрия, ниобия и других цветных и редких элементов.

Список использованных источников

1. Кизильштейн Л.Я. Компоненты зол и шлаков ТЭС. / Л.Я. Кизильштейн, Н.В. Дубов, А.Л. Шпицглюз. — М.: Энерго-атомиздат, 1995. — 176 с.
2. Ксинтарис В.Н. Использование вторичного сырья и отходов в производстве. / В.Н. Ксинтарис, Е.А. Рекитар. — М.: Экономика, 1983. — 167 с.
3. Соловьёв Л.П. Утилизация зольных отходов тепловых электростанций / Л.П. Соловьёв, В.А. Пронин // Фундаментальные исследования. — 2011. — № 3. — С. 40—42.
4. Федоров С.А. Экология энергетики. / С.А. Федоров. — Дубна: Междунар. ун-т. природы, общества и человека, 2003. — 127 с.
5. Шпирт М.Я. Безотходная технология. Утилизация отходов добычи и переработки твёрдых горючих ископаемых. / М.Я. Шпирт. — М.: Недра, 1986. — 255

УДК 69.059.3

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ТРУБОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ

Жакасов Есет Кобландыевич, Цыгулёв Денис Владимирович

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

Одним из направлений развития современного строительства является внедрение эффективных видов строительных конструкций и разработка достоверных методов их расчета. Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном, являются прогрессивными и экономичными. Специфика работы бетона в стальной трубе позволяет увеличить его прочность на осевое сжатие до 80% при круглых и до 45% при прямоугольных поперечных сечениях за счет явления трехосного сжатия в обойме и, следовательно, увеличить несущую способность конструкции в целом. Бетонное ядро повышает местную устойчивость стенок трубы и сопротивляемость стальной оболочки вмятию. Трубобетонные конструкции, по сравнению со стальными, обладают более высокой огнестойкостью и коррозионной стойкостью.

Область применения трубобетонных конструкций обширна. Они с успехом используются в промышленном и гражданском строительстве, в мостостроении, для опор линий электропередачи, в машиностроении, как в странах СНГ, так и за рубежом. Несмотря на широкое применение, до сих пор не разработаны нормы их проектирования и расчета, существуют только общие рекомендации, предложенные ведущими специалистами в этой области.

В последнее время в практике строительства наряду с трубобетонными конструкциями круглого сечения стали широко применяться трубобетонные элементы

прямоугольного сечения (Рис. 1). Такие конструкции мало исследованы. Особенно малоизученными являются вопросы, связанные с исследованием гибких внецентренножатых трубобетонных элементов прямоугольного сечения.

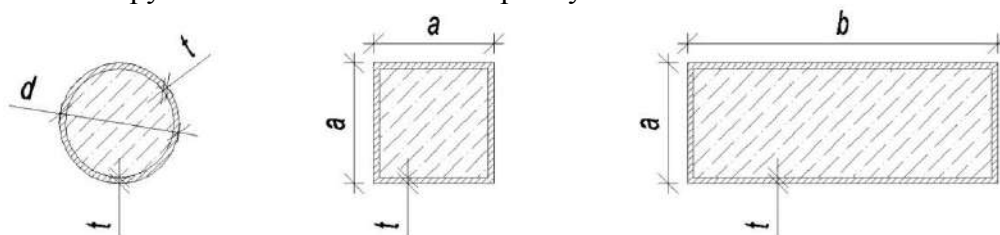


Рисунок 1. Поперечные сечения трубобетонных конструкций.

Такой вид нагружения, как внецентренное сжатие, испытывают большинство сжатых элементов строительных конструкций, так как точное приложение нагрузки невозможно, имеют место небольшие эксцентриситеты, обусловленные несовершенством опирания, погрешностями изготовления и монтажа конструкций, другими причинами. Поэтому элементы конструкций, запроектированные для работы в условиях простых нагружений (центральное и плоское внецентренное сжатие), в действительности испытывают косое внецентренное сжатие. Целью работы было исследование напряженно-деформированного состояния и устойчивости внецентренно сжатых трубобетонных элементов прямоугольного сечения, с апробацией расчетной модели на уже известных в печати экспериментальных данных.

Существует довольно много отечественных публикаций по расчету трубобетонных конструкций круглого сечения с металлической оболочкой, в которых предлагаются, различные методики решения проблемы расчета трубобетонных конструкций [1].

Прочность трубобетонных стержней при осевом сжатии предлагается проверять с учетом ограничения несущей способности стержней предельно возможной деформацией. Устойчивость центрально и внецентренно сжатых стержней рекомендуется проверять по методике, аналогичной для металлических стержней, с помощью коэффициента $\varphi_{\text{вн}}$, определяемого в функции приведенных гибкостей стержней и приведенных эксцентриситетов приложения продольной силы. Для центрально-сжатых стержней следует применять небольшой эксцентриситет, учитывающий начальные несовершенства. Рассмотрены результаты теоретических и опытных исследований влияния ползучести бетона на несущую способность трубобетонных стержней с точки зрения развития теории выпучивания в условиях ползучести, освещены вопросы устойчивости составных трубобетонных стержней при кратковременном и длительном нагружении, методы расчета элементов.

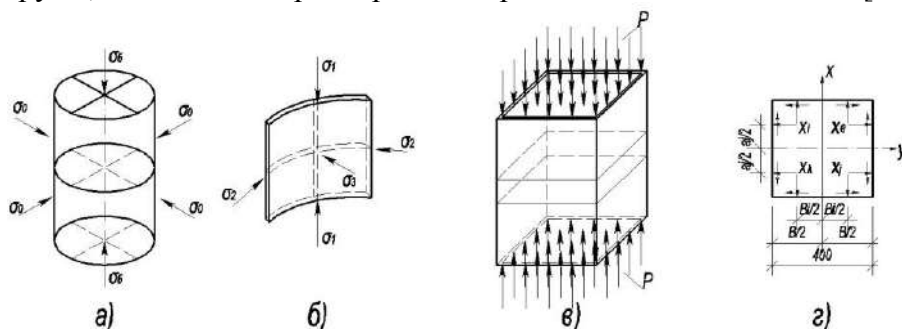
В последнее время в области расчета трубобетонных конструкций круглого поперечного сечения интенсивно работает А.Л. Кришан [2], он рассматривает трубобетонные колонны высотных зданий и трубобетонные колонны с предварительно обжатым ядром.

С.В. Коврыга приводит результаты экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния на нескольких стадиях нагружения сталетрубобетонных элементов круглого сечения, рассмотрена методика расчета напряженно-деформированного состояния сталетрубобетонных элементов, подвергающихся сжатию [3].

В настоящее время наиболее изучены трубобетонные конструкции круглого сечения. В них особенно заметно проявляется эффект обоймы. С увеличением эксцентриситета приложения сжимающей нагрузки их несущая способность резко падает, что связано с геометрическими особенностями формы поперечного сечения. Кроме того, круглая поверхность колонны усложняет их применение с конструктивной точки. Возникают дополнительные сложности при устройстве стыков колонн с несущими элементами перекрытий. Экспериментально-теоретические исследования выявили, отрыв металлической оболочки от бетонного сердечника из-за отличия начальных коэффициентов поперечных

деформаций бетона и металла, а также из-за проявления усадочных деформаций бетонного сердечника (Рис. 2).

Действие на бетон избыточного механического давления повышает прочностные и деформативные свойства бетона, а наружная металлическая оболочка при этом получает предварительное напряжение, повышающее несущую способность трубобетона. Обращается внимание, что независимо от возраста бетона величина разрушающей нагрузки трубобетонных образцов с увеличением эксцентриситета приложенной нагрузки уменьшается и приближается к несущей способности железобетонных элементов и пустых труб. Отсюда следует, что эффективность применения трубобетонных элементов с точки зрения несущей способности снижается с ростом эксцентриситета. Бетонные ядра освобождаются от оболочки до начала текучести трубы в сжатой зоне, при появлении текучести металла и условном разрушении элемента. Следовательно, совместная работа трубы и бетона обеспечивается не за счет их сцепления, а вследствие внутреннего давления бетона на стенку трубы, создаваемого распором от вертикальных внешних сил [4].



а) бетонного круглого ядра; б) стальной круглой оболочки;
в) квадратной стальной обоймы; г) квадратного бетонного ядра

Рисунок 2. Схемы напряженного состояния

Прочностные данные бетонного ядра $\sigma_{тб}$ полученные из многочисленных экспериментов были подвергнуты статической обработке проф. Р.С. Санджаровским с целью получения зависимости прочности бетона в круглой трубе от кубиковой прочности бетона.

$$\sigma_{ткр}^b = -296,6 + 0,2 \cdot R_{куб} + 258,6 \cdot \lg(R_{куб}), \quad (1)$$

где σ_t^b – предел прочности бетона в трубе.

Используя аналогичный подход были обработаны результаты экспериментальных исследований трубобетонных элементов прямоугольного сечения, представленные в работах - Глазунова Ю.В., Людсковского И.Г., Кусябгалиева С.Г., Нугуманова Д.Т., Цыгулева Д.В., Фонова В.М, Чихладзе Э.Д., установлена зависимость между прочностью бетона в трубе прямоугольного сечения и прочностью бетона в трубе круглого сечения, которая для простоты понимания процесса целесообразно представить в следующем виде [5].

$$\sigma_{тпр}^b = \sigma_{ткр}^b \cdot K1 \cdot K2, \quad (2)$$

где K1 - коэффициент перехода от круглой трубы к квадратной; K2 - коэффициент учитывающий соотношение сторон прямоугольного сечения.

Применение трубобетонных колонн квадратного сечения сдерживается отсутствием методики расчета таких конструкций, позволяющей учесть основные особенности их работы. В Еврокоде и нормативных документах Китая, США, Японии для ТБК квадратного поперечного сечения не учитывается. Это приводит к недоиспользованию ресурса их несущей способности и увеличению стоимости проекта и его трудоемкости. Использование сталебетонных элементов прямоугольного сечения в конструкциях с внешним армированием сплошной обоймой экономически целесообразно, но пока отсутствует приемлемый расчет, включающий взаимодействие между обоймой и ядром и их взаимное влияние на напряженно-деформированное состояние и несущую способность всей конструкции в целом.

Построение расчетной модели основываем на предпосылках Чихладзе [6]. Согласно этому подходу продольная нагрузка p приложена к бетону и стали одновременно. Ядро и обойма в продольном направлении работают совместно без отрыва и проскальзывания. Материал обоймы обладает свойствами идеальной упругопластичности. Зависимость между напряжениями и деформациями в бетоне для случая простого нагружения приняли в форме закона Гука. При этом параметры деформирования: секущий модуль E деформаций бетона при сжатии (растяжении) и коэффициент поперечных деформаций μ зависят от стадии напряженного состояния.

$$E(\sigma_0, S_I) = \frac{9K(\sigma_0, S_I)G(S_I)}{G(S_I) + 3K(\sigma_0, S_I)}; \quad (3)$$

$$\mu(\sigma_0, S_I) = \frac{3K(\sigma_0, S_I) - 2G(S_I)}{2[G(S_I) + 3K(\sigma_0, S_I)]}, \quad (4)$$

где σ_0 – среднее напряжение; $K(\sigma_0, S_I)$ – секущий модуль относительных объемных изменений бетона; $G(S_I)$ – секущий модуль сдвига.

Силы взаимодействия между ядром и оболочкой находят из условия равенства перемещений на границе контакта из системы уравнений

$$AX = -H, \quad (5)$$

где матрица A представляет собой разность поперечных перемещений точек обоймы и ядра от единичных сил состояний; элементы матрицы-столбца H – разности поперечных перемещений от внешних продольных усилий.

Поперечные перемещения обоймы от продольных усилий

$$\left. \begin{aligned} \Delta_{np}^x &= \frac{\mu \xi a}{2E_s}; \\ \Delta_{np}^y &= \frac{\mu \xi b}{2E_s}, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где ξ – продольные усилия, действующие на обойму, подсчитывают из условия равенства продольных деформаций в бетоне и стали; ξ – коэффициент поперечных деформаций: $\xi = pE_s/E_b$; E_s – модуль упругости стали; E_b – среднее значение модуля деформаций бетона в пределах сечения.

Поперечные перемещения в ядре от продольных усилий p находится в результате приближенного решения пространственной задачи теории упругости для призматического тела единичной длины с переменными параметрами деформирования

$$\left. \begin{aligned} v &= \Delta_{np}^{*y} = p \int_0^{\frac{b}{2}} \frac{\mu}{E} dy; \\ u &= \Delta_{np}^{*x} = p \int_0^{\frac{a}{2}} \frac{\mu}{E} dx. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Уравнения (7) получены при $\sigma_z = p$, $\sigma_y = \sigma_x = \tau_{zy} = \tau_{zx} = \tau_{yx} = 0$, что соответствует граничным условиям и условиям равновесия. Условия совместности деформаций удовлетворяются приближенно.

В качестве конечного распределения напряжений в поперечном сечении ядра и оболочки принимают распределение напряжений, полученное при нагрузке

$$N = R_b ab + \sigma_T A_s, \quad (8)$$

где a, b – геометрические размеры бетонного ядра.

Несущая способность сталебетонного элемента

$$N = \sum_{n=1}^{\beta} \sigma_{bn} A_{bn} + \sum_{m=1}^{\gamma} \sigma_{bm} A_{bm}, \quad (9)$$

где β – число элементов бетонного ядра; γ – число элементов обоймы.

Стоит также заметить, что для коротких образцов трубобетонных колонн ($L/D < 3$, где L – длина колонны, D – диаметр колонны) характерна бочкообразная форма деформирования при сжатии, у длинных образцов появляются характерные кольца на расстоянии $z \approx D$ (Рис. 3).

В области данных колец наблюдается незначительное увеличение осевых напряжений в бетоне на 3-6% тогда как радиальные напряжения сжатия увеличиваются по абсолютному значению примерно в 2 раза. Это свидетельствует о том, что для длинных образцов влияние граничных условий способствует образованию двух потенциальных мест разрушения конструкции. На данный момент разработан ряд конструктивных мер по усилению данных элементов колонн.

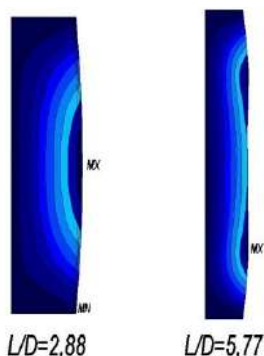
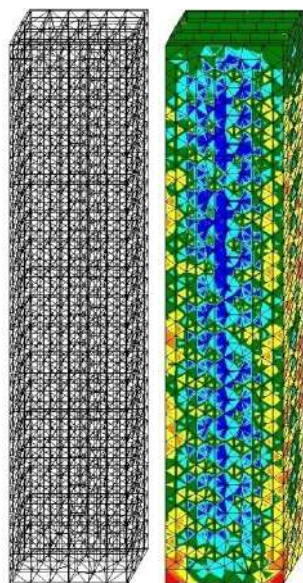


Рисунок 3. Характерные формы деформирования трубобетона при разных длинах образцов (изополя радиальных перемещений)

Расчетные схемы модели были сформированы в программном комплексе «SCAD», предназначенный для проектирования и расчета строительных конструкций. В качестве объекта исследования выбраны трубобетонные колонны с поперечным сечением от 300 до 1020 мм. С соотношением сторон до 3, толщина стальной оболочки от 3 до 20 мм при обеспечении местной устойчивости стенки. Класс бетона по прочности на сжатие B15 ÷ B45. Ниже показана одна из расчетных моделей сечением 310x800 мм (Рис.4).

Анализ напряженно-деформированного состояния модели показывает контактное взаимодействие между бетонным ядром, работающим в условиях объемного напряженного состояния, и стальной оболочкой трубобетонного элемента на разных стадиях загрузки (Рис 5). Эффект оболочки уменьшается с ростом соотношения сторон b/a и незначительно увеличивается с ростом толщины оболочки δ , на основании анализа скорости увеличения "эффекта



обоймы" от ее относительной толщины, установлено, что он практически остается постоянным при $\delta > 3b/100$. (Рис. 6).

В целом, результаты исследований, проведенные на разработанных моделях, показали удовлетворительную сходимость с экспериментальными данными, показав, однако завышенные результаты на стадии достижения предельного состояния. Повышение прочности бетонного ядра является основополагающим фактором эффективности трубобетонных колонн и требует более полного изучения и более детальной проработки математической модели расчета, отражающей особенности работы материала на всех стадиях напряженно-деформированного состояния.

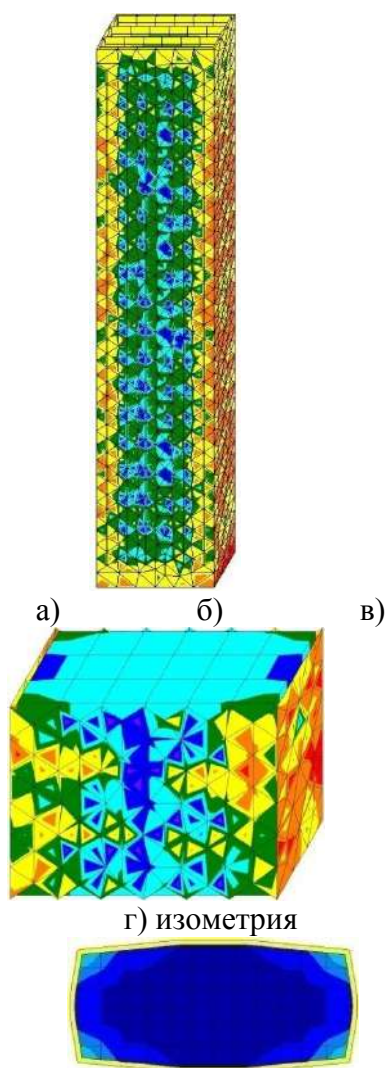


Рисунок 4. Расчетная модель

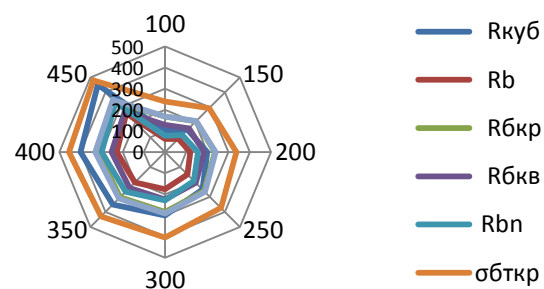


Рисунок 5. Расчетные показатели прочности бетона

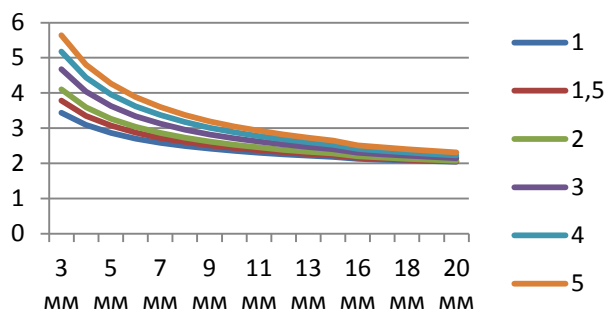


Рисунок 6. Эффективность обоймы

Список использованных источников

1. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Михалдыкин Е.С. о проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 1. Опыт применения трубобетона с металлической оболочкой //Интернет-журнал «Науковедение»№,2015.С.1- 20.
2. Кришан А.Л. Трубобетонные колонны с предварительно обжатым ядром / А.Л. Кришан // Монография. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. – 372 с.
3. Коврыга С.В. Прочность и деформативность при осевом сжатии стальных труб, заполненных высокопрочным бетоном. Дисс. канд. техн. наук. М.: НИИЖБ.- 2012.-149 с.
4. Стороженко Л.И. Работа конструкций из стальных труб, заполненных бетоном // Промышленное строительство и инженерные сооружения №1, 1977. С. 27-29.
5. Цыгулёв Д.В., Ахтияров Н.А. Исследования прочностных характеристик трубобетонных элементов // Исследования по строительным конструкциям: Межвуз. сб. науч. Трудов / Каз. гос. архитектурно-строит.акад. - Алматы, 2010. - С.49-54.
6. Чихладзе Э.Д., Арсланханов А.Д. Расчет сталебетонных элементов прямоугольного сечения на прочность при осевом сжатии // Бетон и железобетон №1, 1993. С. 13-15.
7. Рекомендации по определению прочностных и деформационных характеристик бетона при неодноосных напряженных состояниях // М.:НИИЖБ, 1985. – 72 с.

ӘОЖ 621.742.486

ГИПСТІ БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШТАР

«Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университетінің» магистранты

Жангиров Құрайыш Мұсаұлы

kuraiysh@mail.ru

Ғылыми жетекші – Базилов Р.К

Гипсті байланыстырғыш заттар – төмен және жоғары температурада күйдіріліп алынады. Төмен температурада гипстер екі сулы гипсті 150-160°C-та қыздыру арқылы немесе оны 120-130°C-та, қысымы 1,3-1,5 атмосфера су буымен өңдеу алынады. Бұл температурада 2 сулы гипс 1,5 молекула суынан айырылып, жарты сулы гипске өтеді. Осы гипс көрсетілген технологияларға сәйкес b – модификациялы жарты сулы гипс және а – модификациялы жарты сулы гипс түрлерінде өндіріледі; олар сәйкесінше құрылыс гипсі және беріктігі жоғары гипс деп аталады.

Жоғары температурада гипсті байланыстырғыш зат екі сулы гипсті көбінесе 900°C-қа дейін күйдіріп немесе оны 200°C-та ұзақ уақыт қыздырғанда алынады. Бұл жағдайларда екі сулы гипс сусыз түрге – ангидритке ауысады.

Гипс байланыстырғыш заттарын өндіру үшін шикізат ретінде табиғи гипс тасы, табиғи ангидрит, сол сияқты негізінен кальций сульфаттарынан тұратын химия, металлургия, т.б. өнеркәсіп қалдықтарын пайдаланады.

Құрылыс гипсі қазандарда, айналып тұратын барабандар немесе басқа арнаулы құрылғыларда қыздыру арқылы алынады. Алдымен гипс тасы өлшемі 3-4 см түйіршіктерге ұсатылып, содан кейін шахталы немесе азробильді диірменде бір уақытта кептіріліп, майдаланылады. Осылай майдаланып кептірілген гипс тасы, механикалық араластырғышпен жабдықталған қазанға түседі. Гипсті қазанда қайнау уақыты 3-4 сағатқа созылады.

Гипсті барабандарда өндіру әдісі бойынша өлшемі 2 см ұсақ тасты айналмалы барабанда күйдіреді. Бұл үшін пеш ошағының барабанның бір шетіне температурасы 600-700°C газ жіберіледі. Барабанның екінші шетіне орнатылған тартқыш вентилятор күшімен газ, барабан ішіндегі газ ағымына қарсы жылжып келе жатқан материалды жол жөнекей қыздырғаннан соң, сыртқы шығарылады. Осылай күйдірілген гипс шарж немесе кәдімгі ұн