

А.П. Макаров

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»

Г. Иваново, Российская Федерация

e-mail: anatoliy.makarov.87@mail.ru

153003, Ивановская обл., г. Иваново, ул. Красных Зорь, д. 25

8(920)677-96-41

**АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО
НАПРЯЖЕННЫХ КРУПНОРАЗМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ АВТОКЛАВНОГО
ГАЗОБЕТОНА**

Аннотация

В данной научной статье проводится описание и сравнительный анализ характеристик предварительно-натяженных крупноразмерных изделий из автоклавного газобетона с изделиями аналогами: предварительно-натяженных изделий из тяжелого бетона и крупноразмерных газобетонных изделий армированных стержневой арматурой

Ключевые слова: предварительно-натяженное армирование; автоклавный газобетон; конкурентоспособность

A.P. Makarov

Ivanovo State Polytechnical University, Ivanovo, Russian Federation

e-mail: anatoliy.makarov.87@mail.ru

155520, Russia, Ivanovo region., Red Dawn Str., d. 25

8(920)677-96-41

**TECHNOLOGICAL FEATURES OF IMPROVEMENT OF QUALITY OF THE
GAS CONCRETE BY PRODUCTION AND ITS INSTALLATION**

Annotation

This research paper presents the analysis of technological features of improvement of quality of a gas concrete is carried out by production and its installation

Keywords: waterproofing, reinforcing, microreinforcing, autoclave gas concrete

Способность предприятия активно развиваться в условиях рыночной экономики во многом определяется возможностью предложить клиенту более качественный товар или услугу. В долгосрочной перспективе преуспевают предприятия, отличающиеся высокой гибкостью в условиях меняющегося рынка. В первую очередь, это предприятия, способные предлагать принципиально новые подходы и решения, используя инновации и передовые технологии.

В сфере строительства качество строительного изделия – это его надежность (долговечность, безопасность, длительный срок службы) и современность (легких в обработке и применении). Зачастую повышение качества изделия влечет за собой увеличение его стоимости, что неминуемо снижает его конкурентоспособность по цене. Для сохранения лидерства на рынке, предприятие обязано стремиться к повышению качества своих изделий, обеспечивая при этом доступность для потребителя – конкурентоспособную цену.

Предварительное натяжение арматурных канатов в бетонных изделиях – одна из инноваций строительной области, создающее обжатие бетона и наделяющее тем самым изделие принципиально иными характеристиками.

Реализация проектов с использованием прогрессивных конструкторско-технологических схем возведения зданий из газобетона, предполагающих применение технологии преднатяжения канатной арматуры, позволит преодолеть основные недостатки строительства: высокий уровень себестоимости, трудоёмкости и длительности строительно-монтажных работ.

Но следует отметить, что преднатяженные конструкции наиболее эффективны для зданий и сооружений с такими пролетами, нагрузками и условиями работы, при которых применение конструкций без предварительного натяжения технически невозможно или вызывает чрезмерно большой перерасход бетона и стали для обеспечения требуемой жесткости и несущей способности.

Совмещение двух передовых технологий производства крупногабаритных изделий из газобетона и преднатяжения канатной арматуры позволит наделять изделие принципиально новыми характеристиками. Поэтому в целях проектирования нового вида изделия проведем анализ характеристик изделий аналогов: предварительно-натяженных изделий из тяжелого бетона и крупногабаритных газобетонных изделий армированных стержневой арматурой.

1. Сравнительный анализ характеристик предварительно-натяженных газобетона и тяжелого бетона.

Практика производства предварительно напряженных железобетонных конструкций и изделий показала, что данная технология значительно оптимизирует процесс выполнения работ как в гражданском, так и промышленном строительстве. Опыт строительных организаций демонстрирует эффективность применения метода:

- в плитных фундаментных основаниях;
- монолитных и сборных большепролетных перекрытиях;
- опорных конструкциях и постаментах, предназначенных для размещения тяжелого оборудования;
- несущих системах подземных сооружений (в том числе и многоэтажных).

Есть примеры при реставрационных работах с памятниками.

В таких сооружениях бетон функционирует при нагрузках, втрое превышающих прочность в аналогичных изделиях армированных стержневой арматурой и сварными сетками. Трещиностойкость предварительно напряженных конструкций в 2-3 раза выше трещиностойкости железобетонных конструкций без предварительного напряжения. При этом повышение несущих характеристик материала достигается за счет конструктивных, а не технологичных методик.

Преднапряжение, увеличивающее жесткость и сопротивление конструкций образованию трещин, повышает их выносливость при работе на воздействие многократно повторяющейся нагрузки. Правильно запроектированные предварительно напряженные конструкции и здания безопасны в эксплуатации и более надежны, особенно в сейсмических зонах.

Технология преднапряжения железобетона позволяет снизить общий вес зданий до 40%, за счёт существенного сокращения расходов арматурной стали и бетона в конструкциях. Она позволяет сделать значительный шаг вперед в области высотного сооружения, где основные проблемы связываются с чрезмерной нагрузкой верхних этажей на нижние. Предварительное напряжение позволяет увеличивать этажность в два раза без конструктивных дефектов. Как следствие, наблюдается также сокращение строительных затрат до 30%.

Наряду с экономическим эффектом, строительство объектов с использованием преднапряжённых конструкций позволяет существенно расширить архитектурно-планировочные возможности проектируемых зданий и сооружений. Такие показатели, как шаг колонн до 18 м, при этом плоские безбалочные плиты перекрытий высотой до 27 см, наряду с широкими возможностями расстановки стен и перегородок определяют качественный прорыв в планировочных и функциональных характеристиках зданий.

Предварительное напряжение бетона в конструкциях показывает новые возможности и определяет широкие перспективы развития железобетона в качестве материала для сооружения современных объектов.

Однако кроме положительных качеств предварительное натяжение железобетонных конструкциях имеет свои технологические особенности.

Состояние предварительного напряжения в материале достигается спецоборудованием, точными расчетами, трудоемким конструированием и затратным производством. Продукция требует бережного хранения, транспортировки и монтажа.

Просчеты в проектировании и технологии производства могут вызывать полное разрушение создаваемого железобетонного изделия. Предварительно напряженные конструкции требуют специализированной металлоемкой опалубки.

Большие значения звуко- и теплопроводности требуют закладывания в тело камня компенсирующих материалов. Подобными железобетонными конструкциями обеспечивается более низкий порог огнестойкости (ввиду меньшей критической температуры нагрева преднапряженной арматурной стали) по сравнению с обычным железобетоном. На преднапряженную бетонную конструкцию критично воздействуют выщелачивание, растворы кислот и сульфатов, солей, приводящие к коррозии цементного камня, раскрытию трещин и коррозии арматуры. Это может приводить к резкому снижению несущей способности стали и внезапному хрупкому разрушению. Также к минусам можно отнести значительный вес изделий, не смотря на то что он более низкий чем у таких же изделий без предварительного напряжения.

Адаптация системы предварительного натяжения в газобетонных изделиях может позволить избежать ряда указанных выше недостатков преднапряженных железобетонных конструкций. Представим сравнительный анализ характеристик преднапряженных газобетонных и железобетонных конструкций в вид таблицы (Таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ изделий предварительно напряженных из тяжелого бетона и газобетона

Изделия газобетонные, армированные предварительно напряженной канатной арматурой	Изделия из тяжелого бетона, армированные предварительно напряженной канатной арматурой
<ul style="list-style-type: none"> • Благодаря пористой структуре материала на производство изделий расходуется меньше сырья, тем самым сокращаются затраты • Газобетонные изделия легче железобетонных, позволяют снизить нагрузку на стены и фундамент здания • Отличные тепловые характеристики изделий из газобетона исключают необходимость использования дополнительных теплоизоляционных материалов • Отличные звукоизоляционные характеристики, полностью отвечают действующим строительным нормам • При строительстве можно использовать технику и оборудование более низкой грузоподъемности • Изделия имеют минимальные отклонения от линейных размеров, они имеют правильную форму и ровные края • Изделия могут изготавливаться с системой «паз-гребень», исключая образование щелей 	<ul style="list-style-type: none"> • Является более затратным видом производства • Железобетон тяжелый материал • За счет снижения толщины изделия в отдельных случаях могут потребоваться дополнительные затраты на теплоизоляцию конструкции • За счет снижения толщины изделия в отдельных случаях могут потребоваться дополнительные затраты на звукоизоляцию конструкции • При строительстве используется техника и оборудование высокой грузоподъемности • Изделия имеют отклонения от линейных размеров • Изделия изготавливаются стандартной формы
<ul style="list-style-type: none"> • Позволят перекрывать пролеты зданий до 12 м (в рамках настоящего исследования) • По прочностным характеристикам уступают изделиям из тяжелого бетона 	<ul style="list-style-type: none"> • Позволяют перекрывать большие пролеты здания • Обладают большими прочностными характеристиками, пригодны для возведения в том числе зданий промышленного назначения под тяжелое оборудование

2. Сравнительный анализ газобетонных изделий предварительно напряженных и без напряжения.

Автоклавный газобетон за свою длительную историю существования нашел широкое применение практически во всех известных типах конструктивных элементов различных зданий и сооружений. Данный материал является качественным, надежным и проверенным временем строительным материалом, обладающим всеми необходимыми характеристиками для жилищного строительства.

В первую очередь следует отметить такие преимущества изделий из газобетона как теплопроводность и аккумуляционные свойства. Пористая структура газобетона отвечает за качественную изоляцию, так что по своим теплотехническим показателям газобетон более близки к показателям деревянного бруса. Поэтому стены из автоклавного газобетона, благодаря удачному сочетанию технических характеристик, не только повышает комфортность проживания т.к. исключает резкие температурные колебания в доме, но и уменьшает затраты на отопление зимой до 25-30% и кондиционирование летом.

Газобетон обладает уникальной структурой, которая имеет оптимальные шумоизоляционные характеристики и высокую звукопоглощающую способность, в 8 раз выше, чем из тяжелого бетона

Изделия из газобетона благодаря более низкой плотности и пористой структуре в десятки раз легче аналогичных изделий из тяжелого бетона, что позволяет экономить на специализированной грузоподъемной технике и количестве рабочих. Кроме того, изделия обладают достаточно высокой прочностью и стабильной структурой (средняя усадка автоклавного газобетона 0,3 мм/м). Отличная геометрия изделий (отклонения размеров минимальные: до 4 мм) позволяет возводить здания, значительно уменьшая временные и финансовые ресурсы.

Разрушить газобетонные изделия сложно огнем, они могут легко выдержать около 2 часов в пламени, секрет – в минеральном происхождении всех компонентов. Также сложно разрушить их и морозами. Вода, которая в небольших количествах может влиять на другие материалы в результате нескольких циклов заморзания-отморзания, тут благополучно сгоняется в специальные резервные поры, которые в некотором количестве присутствуют в блоках, тем самым не нарушая структуру эффективных пор, обуславливающих основные качества блоков

Преимуществами газобетонных изделий являются высокая производительность и неприхотливость в обработке. При соблюдении технологических характеристик изделия можно резать. Поскольку изделия не имеют направленных пустот, в процессе обработки он не крошится и не ломается.

Изделия из газобетона также имеют и свои отличительные технологические особенности.

Во-первых прочность газобетонных изделий значительно уступает аналогичным изделиями из других бетонов.

Размеры крупноразмерных изделий в длину как правило изготавливаются не более 6 метров, при этом толщина обычно составляет около 30 см, что сокращает рабочее пространство здания.

В армированных изделиях арматура подвержена коррозии. Виновата в этом остаточная известь. Известь, содержащаяся в газобетоне (2,5-5%), приводит к тому, что металлические составляющие кладки приходят в негодность по прошествии определенного времени.

Замена стержневой арматуры в изделиях из газобетона позволит избежать недостатки указанные выше недостатки при производстве крупноразмерных изделий из автоклавного газобетона. Представим сравнительный анализ характеристик изделий из газобетона предварительно напряженных и без напряжения в вид таблицы (Таблица 2)

Таблица 2 – Сравнительный анализ изделий предварительно напряженных и без напряжения

Изделия армированные предварительно напряженной канатной арматурой	Изделия армированные стержневой арматурой
<ul style="list-style-type: none"> • Изготавливаются любых размеров, наиболее актуально и экономически целесообразно для крупноразмерных изделий • Позволяют сократить временные и стоимостные затраты при возведении зданий • Позволяют перекрывать большие пролеты здания без дополнительного наличия несущих стен • Высокая стойкость к трещинообразованию и дальнейшему их расширению • Использование каналообразователей позволяет защитить арматуру от коррозии • Изготавливаются более тонкие изделия при более высоких прочностных характеристиках • Является более экономичным способом армирования, расход стали в среднем сокращается до 15 %, а цемента до 40% • Веса изделия в 2-3 раза меньше, что позволяет увеличить высотность зданий; удешевление стоимости фундаментов • Позволяет снизить суммарные трудозатраты при строительстве более чем в 2 раза по сравнению с изделиями армированными прутковой арматурой 	<ul style="list-style-type: none"> • Изготавливаются преимущественно менее 6 метров • При возведении зданий требуется дополнительное время и затраты на сцепление небольших изделий • При возведении зданий требуется большее наличие несущих стен • На больших пролетах трещиностойкость не высокая • Арматура может быть подвержена коррозии особенно в конструкциях, взаимодействующих с водой • Для достижения требуемой прочности изготавливаются по толщине изделия до 300 мм • Используется большое количество стали при армировании изделий; большая толщина изделий приводит к наибольшим затратам цемента • Чем больше размеры изделия, тем большее количество арматуры и цемента используется для изготовления, что приводит к значительному увеличению веса изделия • Изделия из автоклавного газобетона являются легким материалом, он в 3 раза легче аналогичных изделий из железобетона, поэтому трудозатраты при строительстве минимизированы
<ul style="list-style-type: none"> • Изделия имеют более низкую огнестойкость, чем типичные армированные изделия • За счет снижения толщины изделия в отдельных случаях могут потребоваться дополнительные затраты на теплоизоляцию конструкции • За счет снижения толщины изделия в отдельных случаях могут потребоваться дополнительные затраты на звукоизоляцию конструкции • При наличии определенных видов сколов и трещин изделие должно быть выбраковано • Изделия не подлежат резке и пиленю • Отсутствует достаточная нормативная документация и научные исследования применения предварительно напряженной арматуры, особенно по системе натяжения на бетон • Для изготовления изделий необходимо привлечение квалифицированного персонала на всех этапах производства • Для изготовления изделий необходимо специализированное оборудование • При производстве изделий требуется соблюдение дополнительных мер техники безопасности при работе с преднапряженными бетонными изделиями 	<ul style="list-style-type: none"> • Изделия из автоклавного газобетона относятся к негорючим материалам, но при температуре свыше 400 °С теряют свои прочностные качества • Отличные тепловые характеристики изделий из газобетона исключают необходимость использования дополнительных теплоизоляционных материалов • Отличная звукоизоляция, которая полностью отвечает действующим строительным нормам • Наличие минимальных сколов и трещин не нарушает прочностные характеристики изделия • Изделия можно резать и пилить с соблюдением требований конструкторской документации • Широкий спектр нормативной документации, научных исследований и практики производства и применения изделий • На пост армирования дополнительно привлекается квалифицированный персонал • Для изготовления изделий может быть предусмотрена автоматизированная система предусматривающая использование специального вязального пистолета, сварочных аппаратов, сварочных ножниц и т.п. • При производстве изделий требуется соблюдение общих мер техники безопасности

Сравнивая характеристики таблиц 1 и 2 следует отметить, что использование предварительно напряженных изделий из газобетона может позволить получить экономическую эффективность, которую можно обозначить в следующих показателях:

- повышение трещиностойкости газобетонных конструкций;
- увеличение пролета между несущими стенами;
- уменьшение толщины конструкций
- снижение расхода сырьевых материалов, в том числе товарного бетона и стали
- сокращение трудоёмкости строительных работ
- уменьшение энергоёмкости производства
- снижение себестоимости строительства и сроков строительства

Разработанные и реализованные схемы возведения зданий из автоклавного газобетона на базе преднапряженного бетона, позволит возводить здания и сооружения различного функционального назначения: жилые дома, офисные здания, производственные и складские комплексы, малые торговые здания и т.д.

Несмотря на все вышеперечисленные преимущества, темпы развития технологии предварительно напряженного канатной арматуры в бетонной промышленности сопряжено с рядом технологических трудностей и прежде всего низкая осведомленность и неумение проектировать преднапряженные конструкции большинством проектировщиков. Расчет преднапряженных конструкций требует соответствующего опыта и квалификации.

Оценив преимущества технологии и практику ее эффективного внедрения на объектах различного назначения по всему миру, становится очевидным, что повсеместный переход на преднапряженные конструкции – лишь вопрос времени. А будущее за теми строительными компаниями, которые своевременно это осознают. Таким образом, применение системы предварительного натяжения арматуры в бетонных изделиях является прекрасной альтернативой обычного армирования и может позволить повысить прочностные свойства бетона, при этом сохранив объем и вес конструкций здания, а также материальные затраты на производство. Идея применения системы предварительного натяжения арматуры для производства крупногабаритных изделий из ячеистых бетонов может стать основой для расширения сферы применения ячеистых бетонов особенно в большепролетных конструкциях.

Список используемой литературы

1. Портаев Д.В. Расчет и конструирование монолитных преднапряженных конструкций гражданских зданий: Научное издание. –М.: издательство АСВ, 2011.- 248 с.
2. Сахарников Ю.В. Изготовление крупноформатных изделий из автоклавного ячеистого бетона для строительства жилых домов серии Э600п // Сб. докладов науч.-практ. конференции «Современный автоклавный газобетон». Краснодар. 15–17.05.2013. С. 51–56
3. Леонтьев С.В., Курзанов А.Д., Голубев В.А., Харитонов В.А., Шаманов В.А. Современное состояние и перспективы оптимизации технологического процесса производства автоклавного газобетона [Электронный ресурс] // Фундаментальные исследования: электрон. научн. журн. 2015. URL: <http://cyberleninka.ru/search#ixzz49b0WjQM3>
4. ОАО «Главновосибирскстрой» (Завод «СИБИТ»). Армированные изделия из газобетона СИБИТ. Преимущества, перспективы, нормативная документация. [Электронный ресурс] // СтройПРОФИль, №8(70), 2008. URL: www.stroy-press.