

# Бетон и железобетон

---

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ

КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ НЕДВИЖИМОСТЬЮ И РАЗВИТИЕМ ТЕРРИТОРИЙ

КУРС «ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ДЕЛА»

СТУДЕНТКА ФУТ ЗИКУПР4-1Б КОРОСТЕЛЕВА В.А.

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ДОЦ. СНЕЖИНСКАЯ Е.Ю.

# Бетон

---

**Бетон** — искусственный каменный строительный материал, получаемый в результате формования и затвердевания рационально подобранной, тщательно перемешанной и уплотнённой смеси из минерального (например, цемент) или органического вяжущего вещества, крупного или мелкого заполнителей, воды. В ряде случаев может иметь в составе специальные добавки, а также не содержать воды (например, асфальтобетон).

В строительстве наиболее широко используют бетоны, изготовленные на цементах или других неорганических вяжущих. Эти бетоны обычно затворяют водой. Цемент и вода являются активными составляющими бетона; в результате реакции между ними образуется цементный камень, скрепляющий зерна заполнителя в монолит.

На органических вяжущих веществах (битум, минеральные смолы) бетонную смесь получают без введения воды, что обеспечивает высокую плотность и непроницаемость бетонов.

Бетон является вторым по распространенности веществом в мире после воды и наиболее широко используемым строительным материалом.

Его использование во всем мире в два раза больше, чем у стали, дерева, пластика и алюминия вместе взятых. По прогнозам, к 2025 году выручка индустрии готовых бетонных смесей, крупнейшего сегмента рынка бетона, превысит 600 миллиардов долларов.

# Историческая справка

---

Наиболее ранний бетон, обнаруженный археологами при раскопках в поселке Лепенски Вир (Сербия), можно отнести к 5600 году до н. э. В одной из хижин древнего поселения из бетона, замешанного на гравии и местной извести, был изготовлен пол толщиной 25 см.

Широко бетон использовался в Древнем Риме. Италия — вулканическая страна, в которой легко доступны компоненты, из которых может быть приготовлен бетон, включая пуццоланы (вулканическая пыль) и лавовый щебень. Римляне использовали бетон в массовом строительстве общественных зданий и сооружений.

Вследствие упадка Западной Римской империи широкомасштабное строительство монументальных зданий и сооружений сошло на нет, что сделало использование бетона нецелесообразным и в сочетании с общей деградацией ремесла и науки привело к утрате технологии его производства. В период раннего Средневековья единственными крупными архитектурными объектами были соборы, которые возводились из природного камня.

Патент на «римский цемент» получил в 1796 году Джеймс Паркер. В первой половине 19 века многими исследователями и промышленниками был разработан портландцемент современного типа. Патент на портландцемент получил в 1824 году Джозеф Аспдин, в 1844 году И. Джонсон улучшил портландцемент Аспдина. В 1817 году Вика изобрёл цементный клинкер, в 1840 — портландцемент. Параллельно росту производства портландцемента происходило расширение использования цементных растворов и бетонов в строительстве.



*Пантеон  
Рим, Италия – II в.н.э.*

# Состав бетона

---

Цементобетон производится смешиванием цемента, песка, щебня и воды (соотношение их зависит от марки цемента, фракции и влажности песка и щебня), а также небольших количеств добавок (пластификаторы, гидрофобизаторы, и т. д.).

Цемент и вода являются главными связующими компонентами при производстве бетона.

Одной из важнейших составляющих бетонной смеси является песок. Для приготовления бетона лучше использовать природный песок от среднего до крупного. Крупность песка и его соотношение с крупным заполнителем (щебнем или гравием в тяжёлом бетоне, керамзитом — в лёгком) в составе бетонной смеси влияет на подвижность и количество цемента. Чем мельче песок, тем больше требуется минерального заполнителя и воды. Важнейшим ограничением при использовании природного песка является ограничение на наличие в составе песка глины или глинистых частиц. На прочность бетона мелкие (глинистые) частицы влияют очень сильно. Даже незначительное их количество приводит к существенному снижению прочности бетона.

Вместо песка можно успешно использовать отходы производства металлургической, энергетической, горнорудной, химической и других отраслей промышленности.

# Классификация и виды бетона

---

Согласно ГОСТ 25192-2012 «Бетоны. Классификация и общие технические требования» и ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия», классификация бетонов (за исключением бетонов на битумных вяжущих — асфальтобетонов) производится по основному назначению, виду вяжущего вещества, виду заполнителей, структуре и условиям твердения:

- По назначению различают:
  - бетоны обычные (для промышленных и гражданских зданий)
  - специальные — гидротехнические, дорожные, теплоизоляционные, декоративные, а также бетоны специального назначения (химически стойкие, жаростойкие, звукопоглощающие, для защиты от ядерных излучений и др.).
- По виду вяжущего вещества различают цементные, известковые, силикатные, гипсовые, шлаковые (шлакощелочные и др.), специальные (полимербетоны, бетоны на магнезиальном вяжущем).

# Классификация и виды бетона

---

- По виду заполнителей различают бетоны на плотных, пористых или специальных заполнителях.
- По структуре различают бетоны плотной, поризованной, ячеистой (ячеистый бетон) или крупнопористой структуры.
- По условиям твердения бетоны подразделяют на твердеющие в естественных условиях, в условиях тепловлажностной обработки при атмосферном давлении или в условиях тепловлажностной обработки при давлении выше атмосферного (автоклавного твердения).
- По средней плотности бетоны подразделяют на:
  - особо тяжёлый (плотность свыше  $2500 \text{ кг/м}^3$ ) — баритовый, магнетитовый, лимонитовый;
  - тяжёлый (плотность  $2000\text{—}2500 \text{ кг/м}^3$ );
  - облегчённые (плотность  $1800\text{—}2200 \text{ кг/м}^3$ );
  - лёгкий (плотность  $800\text{—}2000 \text{ кг/м}^3$ ) — керамзитобетон, пенобетон, газобетон, пемзобетон, [арболит](#), вермикулитовый, перлитовый;
  - особо лёгкий (плотность менее  $800 \text{ кг/м}^3$ ) — полистиролбетон.

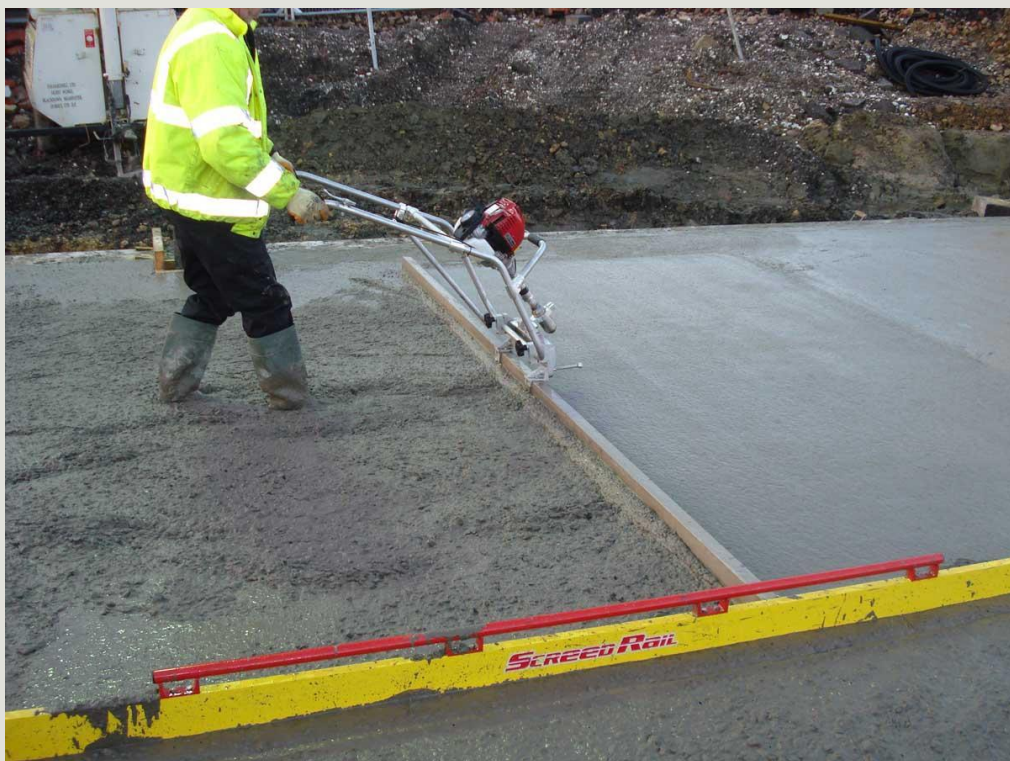
# Укладка, уплотнение и затвердевание бетона

---

Бетонная смесь после приготовления и укладки должна быть как можно быстрее уплотнена. В процессе уплотнения избавляются от воздуха в воздушных карманах, а также перераспределяют цементное молоко для более плотного соприкосновения с твёрдыми фракциями бетона. Это приводит к повышению прочности готового бетона. Для уплотнения используется вибрация. При виброуплотнении в монолитном строительстве используют ручные вибраторы, в блочном — вибропрессы. Температура отвердевания — от +5 °С до +30 °С.

При бетонных работах возникают технологические остатки бетона в бетононасосе или миксере при их сливе на землю возникают локальные загрязнения. Для эффективного использования остатков бетона возможно заранее подготовить небольшие формы.





Укладка бетонной смеси  
виброуплотнителем



# Эксплуатационные свойства бетона

---

## Прочность на сжатие

Основной показатель, которым характеризуется бетон — прочность на сжатие. По ней устанавливается класс бетона.

Класс бетона В — это кубиковая (призменная) прочность в МПа, принимаемая с гарантированной обеспеченностью (доверительной вероятностью) 0,95. Это значит, что установленное классом свойство обеспечивается не менее чем в 95 случаях из 100 и лишь в пяти случаях можно ожидать его не выполненным.

Согласно СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции», класс обозначается латинской буквой «В» и цифрами, показывающими выдерживаемое давление в мегапаскалях (МПа).

Наряду с классами, прочность бетона также задаётся марками, обозначаемыми латинской буквой «М» и цифрами от 50 до 1000, означающими предел прочности на сжатие в кгс/см<sup>2</sup>. ГОСТ 26633-91 «Бетоны тяжёлые и мелкозернистые».

# Эксплуатационные свойства бетона

---

## Удобоукладываемость

Согласно ГОСТ 7473-2010, по удобоукладываемости (обозначается буквой «П») различают бетоны:

- сверхжёсткие (жёсткость более 50 секунд);
- жёсткие (жёсткость от 5 до 50 секунд);
- подвижные (жёсткость менее 4 секунд, подразделяются по осадке конуса).

## Прочность на изгиб.

**Морозостойкость бетона** — обозначается латинской буквой «F» и цифрами от 50 до 1000, означающими количество циклов заморзания-оттаивания, которые способен выдержать бетон.

**Водонепроницаемость** — обозначается латинской буквой «W» и цифрами от 2 до 20, обозначающими давление воды, которое должен выдержать образец-цилиндр данной марки.

Класс бетона	Средняя прочность данного класса кгс/кв. см	Ближайшая марка бетона
B5	65	M75
B7,5	98	M100
B10	131	M150
B12,5	164	M150
B15	196	M200
B20	262	M250
B25	327	M350
B30	393	M400
B35	458	M450
B40	524	M550
B45	589	M600
B50	655	M600
B55	720	M700
B60	786	M800

Марка по удобоукладываемости	Норма удобоукладываемости по показателю		
	жесткости, с	подвижности, см	
		осадка конуса	расплыв конуса
<b>Сверхжесткие смеси</b>			
СЖ3	Более 100	-	-
СЖ2	51-100	-	-
СЖ1	50 и менее	-	-
<b>Жесткие смеси</b>			
Ж4	31-60	-	-
Ж3	21-30	-	-
Ж2	11-20	-	-
Ж1	5-10	-	-
<b>Подвижные смеси</b>			
П1	4 и менее	1-4	-
П2	-	5-9	-
П3	-	10-15	-
П4	-	16-20	26-30
П5	-	21 и более	31 и более

# Применение бетона в строительстве

---

Этот материал чаще всего используют для монолитного строительства, его заливают в опалубку, укрепляя состав арматурной сеткой. Такие конструкции называют железобетонными и на сегодняшний день они считаются самыми прочными и долговечными. Также не последнюю роль здесь играет стоимость состава, она достаточно низкая, а также высокая скорость возведения зданий из монолита.

1. Использование в **монолитном строительстве**. Как происходит строительство монолитного дома. Технология строительства из бетона достаточно проста, устанавливается опалубка нужного элемента здания и заливается смесь. После затвердевания, порядка 3-4 недель, опалубка разбирается, а монолитная конструкция остается. Таким образом возводятся все элементы: стены, перекрытия, колонны и даже шахты лифтов.
2. В **частном строительстве** он применяется для заливки ленточного фундамента, перегородок над проемами, бетонной подушки или армопояса. Иногда бетон применяют для заливки междуэтажных перекрытий. Так же применяется при возведении домов методом **каркастно-монолитной технологии**.
3. В **дорожном строительстве**. Для устройства дорог с повышенной нагрузкой часто применяют именно бетонные составы.



*Каркас здания из  
бетонного монолита*

# Применение бетона в строительстве

---

- фундаментные блоки,
- дорожные бетонные блоки,
- плиты перекрытия,
- бетонные балки перекрытия,
- шлакоблоки,
- канализационные кольца,
- колонны и тд.



*Бетонные кольца  
для канализации*



*Бетонные плиты  
для автодороги*



# Железобетон

---

Железобетон — строительный материал, состоящий из бетона и стали.

К положительным качествам железобетонных конструкций относятся:

1. долговечность;
2. низкая стоимость — железобетонные конструкции значительно дешевле стальных;
3. пожаростойкость в сравнении со сталью;
4. технологичность — несложно при бетонировании получать любую форму конструкции;
5. химическая и биологическая стойкость;
6. высокая сопротивляемость статическим и динамическим нагрузкам.

# Железобетон

---

## Недостатки:

- Сравнительно с чистым металлом небольшая прочность.
- Для производства изделий и их составных элементов требуется достаточно большое количество времени.
- Приличная масса. Даже использование легких бетонов не позволяет существенно снизить вес.
- Вероятность появления трещин после усадки, которые необходимо отметить не влияют на свойства изделия и не обеспечивают его разрушение.

# Изготовление сборных железобетонных конструкций

---

Сущность сборных железобетонных конструкций, против монолитных, состоит в том, что конструкции изготавливаются на заводах ЖБИ (железобетонных изделий), а затем доставляются на стройплощадку и монтируются в проектное положение. Основное преимущество технологии сборного железобетона в том, что ключевые технологические процессы происходят на заводе. Это позволяет достичь высоких показателей по срокам изготовления и качеству конструкций. Кроме того, изготовление предварительно напряжённых ЖБК возможно, как правило, только в заводских условиях.

Недостатком заводского способа изготовления является невозможность выпускать широкий ассортимент конструкций. Особенно это относится к разнообразию форм изготавливаемых конструкций, которые ограничиваются типовыми опалубками. Фактически на заводах ЖБИ изготавливаются только конструкции, требующие массового применения. В свете этого обстоятельства, широкое внедрение технологии сборного железобетона приводит к появлению большого количества однотипных зданий, что, в свою очередь, приводит к уменьшению затрат на строительство. Такое явление наблюдалось в СССР в период массового строительства.

# Область применения железобетона

---

Железобетонные изделия являются широко используемым в строительстве материалом, в частности при создании:

- гражданских, жилых зданий;
- промышленных зданий;
- сооружений, инженерных конструкций и т.д.

Все используемые в строительстве элементы железобетонных изделий разделяются на следующие группы – предназначенные для создания:

- фундаментов, подземных объектов – колодцев;
- каркасов – балок, прогонов, ригелей, перемычек;
- стен – блоки, перегородки;
- межэтажных конструкций – плиты перекрытия;
- лестниц – марши.



*Скульптура «Родина-мать зовёт!»  
Волгоград, Россия – XX в.*

# Область применения железобетона

---

Кроме этого, железобетон имеет узконаправленное применение. Его используют для создания:

- мостов разных размеров;
- гидроэлектростанций не зависимо от того, в каком месте планируется их расположение;
- сооружений, которые будут контактировать с водой;
- ядерных реакторов;
- аэродромов и т.д.

Для обеспечения повышенной стойкости к воздействию влаги в бетон при создании подобных конструкций добавляют специальные вещества, которые отталкивая воду, обеспечивают ему антикоррозийные свойства.



*Железобетонный каркас здания*



*Железобетонный арочный мост*