

## ТРЕБОВАНИЯ К БЕТОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ ПОДВОДНОГО БЕТОНИРОВАНИЯ



## REQUIREMENTS FOR CONCRETE MIX FOR UNDERWATER CONCRETING

### Досманов Тимур Павлович

студент факультета гидромелиорации  
Кубанский государственный аграрный университет  
tima.dosmanov@mail.ru

### Романова Анна Сергеевна

студентка факультета гидромелиорации,  
Кубанский государственный аграрный университет  
any30082002@mail.ru

**Аннотация.** В статье описывается процесс подводного бетонирования, основные компоненты необходимые для него. Приводятся требования к бетонной смеси для подводного бетонирования.

**Ключевые слова:** подводное бетонирование, гидротехнические сооружения, бетон, негидравлический цемент, бетонная смесь, вода, водонепроницаемость.

### Dosmanov Timur Pavlovich

Student Of the Faculty of Hydromelioration,  
Kuban State Agrarian University  
tima.dosmanov@mail.ru

### Romanova Anna Sergeevna

Student of the Faculty of Hydromelioration,  
Kuban State Agrarian University  
any30082002@mail.ru

**Annotation.** The article describes the process of underwater concreting, the main components necessary for it. The requirements for the concrete mixture for underwater concreting are given.

**Keywords:** underwater concreting, hydraulic structures, concrete, non-hydraulic cement, concrete mixture, water, water resistance.

**П**одводное бетонирование – это определенная технология укладка бетонной смеси, которая применяется при отсутствии возможности и различных способов удаления воды, то есть ее откачивания. Обычно такой метод бетонирования применяют при возведении железобетонных конструкций, эксплуатация которых предполагает значительные нагрузки. К конструкциям, нуждающимся в подводном бетонировании, относятся мосты, плотины, опоры линий электропередач и другие гидротехнические строения.

Подводный бетон – это форма строительного материала, которая широко используется в определенных формах строительных инженерных проектов. Предполагается, что в зданиях, у которых нижние части останутся под водой, следует использовать подводный бетон.

Затвердевание подводного бетона происходит гораздо эффективнее, нежели в атмосфере. Это происходит из-за гидрата цемента, т.е. цемент химически реагирует с водой, тем самым связывает песок и гравий соответственно. Такой метод затвердевания цемента занимает по временным рамкам около двух недель. Застывание цемента происходит из-за протекающей химической реакции. При оседании под водой, бетон просто не высыхает сам по себе, так как это может нарушить химическую реакцию. Такой бетон можно назвать негидравлическим. Из этого можно сделать вывод, что бетон, погруженный в воду, оказывается намного тяжелее, чем его аналог в воздухе. В случае негидравлического цемента, в качестве связывающего используется гипсовая штукатурка и известь. Метод использования таких связывающих основывается на испарении влаги. Такие формы цемента используются для особых задач. Например, для сохранения исторических памятников.

Конструирование бетонной смеси для подводного бетонирования требует выбора подходящих материалов и пропорций для производства бетона, отвечающего требованиям конкретного применения. Что в основном сосредоточено на свойствах обрабатываемости, текучести, прочности на сжатие и долговечности [1]. Поскольку подробный физический осмотр является сложной задачей, стоит добиться в бетоне са-

моуплотняющихся свойств. Необходимо выбирать заполнители, которые имеют высокое сопротивление к расслоению и просачиванию, а также обладают высокой водонепроницаемостью.

Использование заполнителей округлой формы является предпочтительным, поскольку это снижает тенденцию просачиванию при заданном трении песка и содержании цемента. Закругленные заполнители обеспечивают более плотную набивку и снижают потребность в воде для данной степени удобоукладываемости. Однако иногда прочность и стойкость к истиранию являются особенно важными параметрами в некоторых подводных применениях, и по этой причине необходимо выбирать заполнители щебня. В этом случае, следует внимательно относиться к общей классификации заполнителя. Также должна быть значительная доля (не менее 15–20 %) мелких агрегатов. Это необходимо для улучшения прочности бетона, помещенного под водой. Когда подходящие пески недоступны, важно значительно увеличить содержание цемента в смесях или добавить пылевидную топливную золу или измельченный гранулированный шлак [2].

Присутствие сульфатов в грунтовых водах может представлять несколько серьезных угроз, поскольку содержание цемента в конструкции является высоким, чтобы противодействовать этому сульфатостойкому портландцементу. Однако бетон в зоне разбрызгивания и выше, кроме того, уязвим, так как не только происходит сульфатная атака, но также оказывается давление со стороны кристаллов соли, образующихся в порах бетона в местах, где имело место испарение. Использование материалов, заменяющих цемент, таких как зола, может значительно снизить пористость бетона и, следовательно, его восприимчивость к сульфатному воздействию и кристаллизации хлоридов. Эти материалы, заменяющие цемент, также действуют как альтернативный метод снижения теплового воздействия и обеспечивают дополнительные преимущества.

Для улучшения прочности можно использовать такие материалы, как натуральные и синтетические полимеры, но необходимо проверить совместимость выбранных материалов с гидратами цемента [3]. Некоторые из них могут вызвать серьезное замедление процесса гидратации и ограничить использование суперпластификаторов. Обычные коммерческие добавки для подводного бетона снижают вымывание с 20–25 % до, примерно, 10 %.

Требования к сортировке заполнителя очень похожи на те, которые необходимы для смесей для бетонных насосов, поскольку подводный бетон требует хорошей текучести и самоуплотняющихся свойств, а также достаточной прочности, чтобы противостоять расслоению и просачиванию [4]. Требования к смеси для насоса включают указанные выше свойства плюс необходимость в цементной пасте или растворе для образования смазывающей пленки на стенках трубы. Хотя последнее требование не является существенным для подводных бетонных смесей, обычной практикой является использование относительно высокого содержания цемента для улучшения прочности и учета неизбежных потерь цемента из-за «вымывания».

## Литература

1. Завротынская В.В., Тхазеплова Д.А., Шиховцов А.А. Современные способы ускорения набора прочности бетона // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2020. – № 8. – С. 641–649.
2. Современные технологии ускорения набора прочности бетона / Е.А. Лангнер [и др.] // Вестник евразийской науки. – 2020. – Т. 12. – № 5. – С. 36.
3. Кириченко В.А., Шиховцов А.А., Митин А.Б. Экономико-технологические аспекты применения полистиролбетона // В сборнике: Экономика и предпринимательство. – 2017. – 1204 с.
4. Комиссаров А.Н., Шиховцов А.А. Развитие ресурсосберегающих технологий в строительстве // В сборнике: Экологические, инженерно-экономические, правовые и управленческие аспекты развития строительства и транспортной инфраструктуры. Сборник статей Международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Институт строительства и транспортной инфраструктуры; ФГБОУ ВО «КубГТУ»; Международный центр инновационных исследований «OMEGA SCIENCE». – 2017. – С. 133–136.

### References

1. Zavrotynskaya V.V., Tkhazeplova D.A., Shikhovtsov A.A. Modern methods of accelerating the strength gain of concrete // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubGTU». – 2020. – № 8. – P. 641–649.
2. Modern technologies for accelerating the curing of concrete / E.A. Langner [et al.] // Bulletin of Eurasian Science. – 2020. – Vol. 12. – № 5. – P. 36.
3. Kirichenko V.A., Shikhovtsov A.A., Mitin A.B. Economic and technological aspects of the use of polystyrene concrete // In the collection: Economics and Entrepreneurship. – 2017. – 1204 p.
4. Komissarov A.N., Shikhovtsov A.A. Development of resource-saving technologies in construction // In the collection: Environmental, engineering, economic, legal and managerial aspects of the development of construction and transport infrastructure. Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Technological University», Institute of Construction and Transport Infrastructure; FGBOU VO «KubGTU»; International Center for Innovative Research «OMEGA SCIENCE». – 2017. – P. 133–136.