

# О ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОБЪЕКТОВ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ

**А.Ю. ТАРАСОВА**, канд. техн. наук, генеральный директор ООО «Лаборатория ККМ»,  
**В.А. КИМ**, член Российской Академии транспорта, начальник ООО «Мостовая инспекция», г. Москва



В статье отмечается, что в условиях глобальных вызовов, стоящих перед нашей страной, важнейшей задачей является обеспечение качественными строительными материалами объектов по реконструкции и возведению новых сооружений транспортной, промышленной, гражданской и энергетической инфраструктуры. В частности, говоря о последней, особое место в России занимают гидроэлектростанции. Это обусловлено большим количеством полноводных рек, позволяющих получать круглогодично дешевую электроэнергию.

The article notes that in the context of global challenges facing our country, the most important task is to provide high-quality building materials for reconstruction and construction of new transport, industrial, civil and energy infrastructure facilities. In particular, speaking about the latter, hydroelectric power plants occupy a special place in Russia. This is due to the large number of deep rivers, which make it possible to obtain cheap electricity all year round.

Гидроэлектростанции относятся к сооружениям промышленного назначения и являются комплексом специальных строительных конструкций, предназначенных для генерации электроэнергии.

Основным материалом для несущих конструкций гидроэлектростанций являются монолитный, сборный и сборно-монолитный железобетон и, в меньшем объеме, металлоконструкции [1, с. 352].

Исходя из того, что многие гидротехнические объекты России были возведены в прошлом веке, в настоящее время они требуют ремонта и реконструкции.

Одной из старинных гидроэлектростанций, входящих в Каскад Ладожских ГЭС, является Верхне-Свирская ГЭС. Место расположения – город Подпорожье Ленинградской области. Год ввода в эксплуатацию – 1952.

Река Свирь протекает через Подпорожский район с запада на восток и разделяет район на северную и южную части. Жителям города необходимо было пользоваться инфраструктурными объектами на обоих берегах реки, и в связи с отсутствием автодорожных мостовых переходов общего пользования в Подпорожском районе, технологический проезд по Верхне-Свирской ГЭС стал переправой, которой активно пользовались не только пешеходы, но и автомобилисты. При этом изначально технологический проезд никогда не являлся мостом и был рассчитан только на перемещение обслуживающей гидроэлектростанцию техники. По этой причине конструкция бетонной плиты плотины с годами пришла в негодность.

Гидроэлектростанция, построенная по ленинскому плану ГОЭЛРО, является объектом культурного наследия регионального значения. В связи с этим основные элементы архитектуры в ходе реконструкции должны были быть сохранены. Так, например, чугунное ограждение требует аккуратного демонтажа для последующего восстановления.

**ТАБЛИЦА 1. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ БЕТОНА**

Возраст образцов-кернов	Плотность бетона, г/см <sup>3</sup>	Прочность, МПа	Средняя прочность, МПа
Более 60 лет	2,34	31,2	35,6
	2,41	33,3	
	2,50	42,4	
	2,27	30,3	

С 2020 по 2021 гг. проходила реконструкция Верхне-Свирской ГЭС филиала «Невский» ПАО «ТГК-1». Проект реконструкции включал восстановление опорных сооружений и дорожного полотна, а также монтаж взамен железобетонной плиты металлических пролетных строений общей массой 500 т, которые доставлялись судами из Волгограда по Волго-Балтийскому водному пути. Сотрудники Мостовой инспекции участвовали в осуществлении контроля качества изготовления и монтажа данных металлоконструкций.

Большой интерес представляло качество бетона несущих конструкций, возраст которого превышает 60 лет. В Лаборатории ККМ были проведены испытания на прочность кернов, взятых из элементов конструкций плотины (рис. 1).



Рис. 1. Керны, отобранные из бетона конструкций плотины

Средняя прочность в серии образцов составила 35,6 МПа (табл. 1). Это достаточно высокие показатели, учитывая, что в процессе реконструкции на сегодняшний день было предусмотрено применения бетонов классов В25-В30.

Учитывая климатические особенности района, а именно:

- нахождение в зоне избыточного увлажнения (годовое количество осадков составляет 600-800 мм);

- абсолютный минимум температур – минус 52°С, максимум – плюс 35°С, можно сделать вывод о высоких эксплуатационных качествах применявшегося для строительства ГЭС бетона.

Также интересным фактом послужило применение в конструкциях плотины арматуры гладкого профиля (рис. 2). В СССР только в 1955 году начали выпускать арматуру с низколегированной сталью периодического профиля диаметром от 6 до 40 мм

марки 25Г2С, что позволило экономить до 30% металла.

Замена мостовых конструкций на действующей ГЭС – уникальный для России проект. Во время реконструкции Верхне-Свирская ГЭС продолжала вырабатывать электроэнергию, а судоходство по реке не прекращалось. Также при производстве работ учитывались временные ограничения в период нереста рыбы. Для заботы об экологии района на технологическом проезде дополнительно были установлены современные локальные очистные сооружения, которые предотвращают стоки с дорожного полотна в реку Свирь.

На сегодняшний момент Россия располагает значительным гидроэнергетическим потенциалом, что определяет широкие возможности развития гидроэнергетики. На территории страны сосредоточено около 9% мировых запасов гидроэнергии. По обеспеченности гидроэнергетическими ресурсами Россия занимает второе после КНР место в мире, опережая США, Бразилию, Канаду.

В соответствии с государственными и официальными ведомственными материалами о состоянии и перспективе развития отрасли консорциумом ведущих российских научно-исследовательских и проектных организаций была разработана «Программа развития гидроэнергетики России до 2030 года и на перспективу до 2050 года», в которой рассмотрено строительство новых современных ГЭС [2, с. 3].

На сегодняшний момент к бетонам для гидротехнического строительства предъявляются дополнительные требования в соответствии с ГОСТ 26633-2015 [3]. Они устанавливаются в зависимости от степени агрессивного воздействия среды на бетон в разных зонах сооружения и с обязательным учетом массивности сооружений и расположения конструкций в гидротехнических сооружениях по отношению к горизонту воды. Однако в последнее десятилетие были выпущены свежие ГОСТы с новыми или измененными требованиями к строительным материалам. Например, ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия» заменен на ГОСТ 31108-2020 «Цементы общестроительные. Технические условия». Также, с 01.07.2021 г. вступил в силу ГОСТ



Рис. 2. Фрагмент гладкой арматуры

Р 55224-2020 «Цементы для транспортного строительства. Технические условия».

В области армирования, наряду с действующим ГОСТ 5781 «Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия», действует ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия».

Авторы статьи выражают надежду, что переход на новые стандарты не снизит планку качества строительства. Ведь, как показывает многолетняя практика, только применение качественных материалов и соблюдение технологического процесса возведения сложнейших объектов гидроэнергетики позволяет эксплуатировать без капитального ремонта и реконструкции данные сооружения многие десятилетия. Примером высочайшего качества строительства служит рассмотренная Верхне-Свирская гидроэлектростанция.

#### **Библиографический список**

1. Железобетон в XXI веке: состояние и перспективы развития бетона и железобетона в России // Под общ. ред. д.т.н., проф. К.В. Михайлова / Госстрой России; НИИЖБ. – М.: Готика, 2001, – 684 с.
2. Основные положения Программы развития гидроэнергетики России до 2030 года и на перспективу до 2050 года / Б.Б. Богуш [и др.] // Энергетическая политика, № 1, 2016, с. 3-19.
3. ГОСТ 26633-2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2019.