

ПЗ №1. ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

1. Цель и содержание работы

Цель работы – ознакомление с методикой расчетно-экспериментальной оценки состояния и работоспособности железобетонных элементов сооружения, основанной на применении неразрушающих методов испытаний.

Для выполнения работы необходимо решить следующие задачи:

1. Установить количество параметров неразрушающего контроля, необходимое и достаточное для оценки несущей способности конструкции.
2. Выбрать наиболее эффективные методы и средства неразрушающего контроля.
3. Получить необходимые навыки для работы с аппаратурой и провести соответствующие измерения.
4. Выполнить перерасчет конструкции по действующим нормативным документам, используя полученные экспериментальным путем данные.
5. Дать заключение о техническом состоянии конструкции и возможности ее дальнейшей эксплуатации.

2. Материалы и оборудование

В качестве объекта исследования используется железобетонная балка с шарнирным опиранием (рисунок 1.1). Размеры железобетонной балки определяются с помощью металлической рулетки или линейкой с точностью до 1 мм.

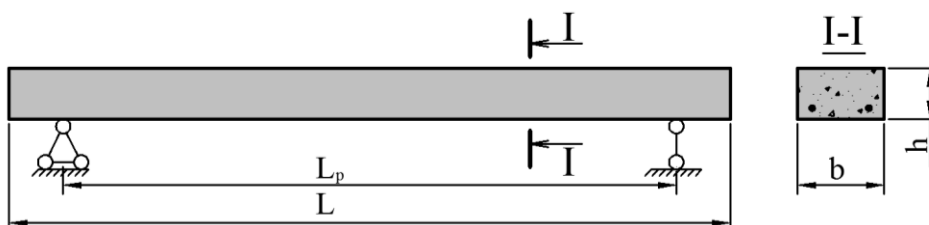


Рисунок 1.1. Схема обследуемой балки с указанием геометрических размеров

Для определения прочности бетона используется ультразвуковой импульсный метод (оборудование для измерений и методика определения прочности бетона рассмотрены в лабораторной работе 6).

Параметры армирования балки определяются с помощью электромагнитного метода. Метод определения защитного слоя бетона и диаметра арматуры основан на измерении магнитного сопротивления магнитной цепи.

В настоящей работе используется прибор ИЗС-10Н, Поиск-2.5 или аналогичные приборы.

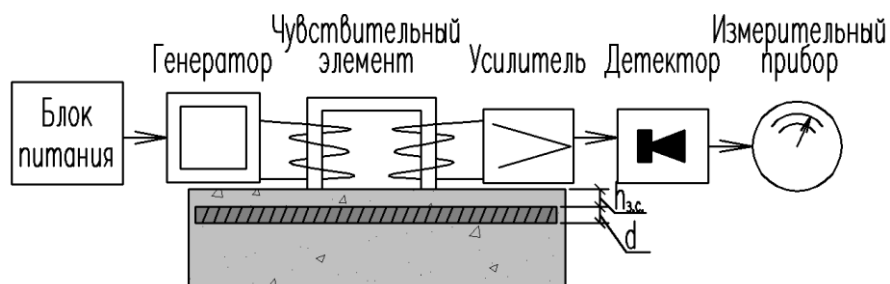


Рисунок 1.2. Блок-схема прибора для определения толщины защитного слоя и диаметра арматуры

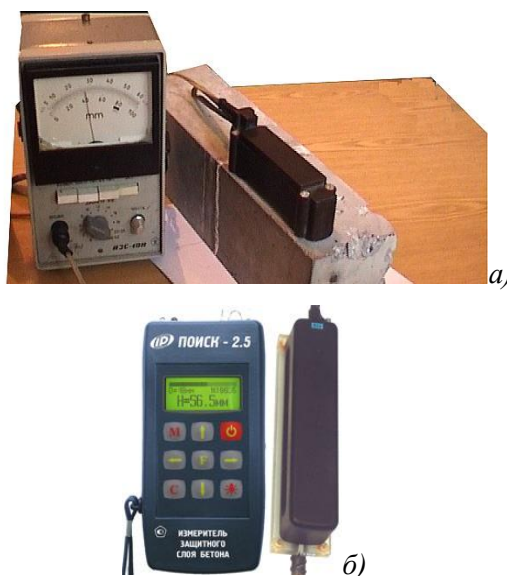


Рисунок 1.3. Общий вид приборов ИЗС-10Н (а) и Поиск-2.5 (б)

Металлический предмет, попадая в магнитное поле индуктивного датчика прибора, вызывает отклонение стрелки прибора, проградуированного в единицах толщины защитного слоя, в зависимости от диаметра арматуры (мм).

Для определения величины защитного слоя бетона $h_{зс}$ и диаметра арматуры используется следующий прием: вначале датчик прибора устанавливается на поверхность конструкции строго над арматурным стержнем (наибольшее отклонение стрелки прибора от начального положения). Затем производится измерение величины защитного слоя при различных, уставленных на приборе, диаметрах арматуры. Далее на поверхность конструкции устанавливается пла-

стина из оргстекла известной толщины Δ . Так как расстояние от датчика до арматурного стержня увеличивается, то соответственно возрастает измеряемое значение толщин защитного слоя для каждого диаметра арматуры. Там, где разница между толщиной защитного слоя с пластиной и без нее будет равна или максимально близка к толщине пластины, там показания прибора без пластины соответствуют диаметру арматуры в исследуемой железобетонной балке. Соответственно будет найдена и толщина защитного слоя арматуры для этого диаметра.

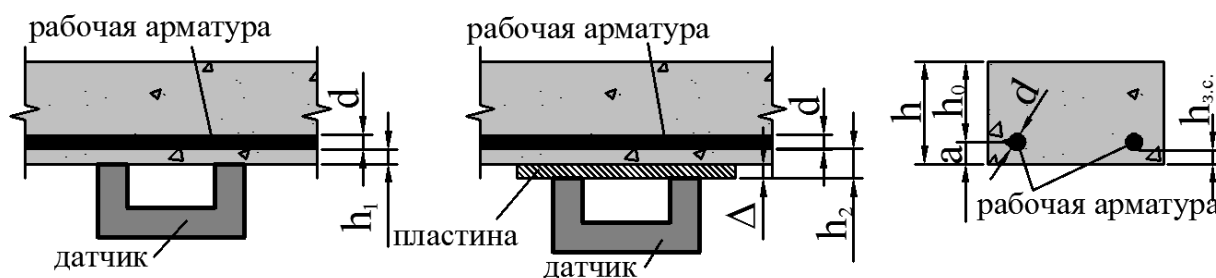


Рисунок 1.4. Схема определения диаметра арматуры и величины защитного слоя бетона железобетонной балки

3. Методика проведения работы

Натурные обследования (освидетельствование) представляют собой комплекс мероприятий, позволяющих получить общую объективную оценку технического состояния конструкций, зданий и сооружений на основе выполненных инструментальных измерений. Обследование проводится при приемке строительного объекта в эксплуатацию, при эксплуатации, когда решается вопрос о реконструкции или капитальном ремонте объекта, в аварийных ситуациях и т.п.

Обследование конструкций и сооружений (освидетельствование) включает следующие виды работ:

- Ознакомление с объектом обследования, его объемно-планировочным и конструктивным решением, материалами инженерно-геологических изысканий.

- Подбор и анализ проектно-технической документации. В случае, когда документация отсутствует, необходимо установить: год возведения объекта;

нормы, по которым проектировался объект; характерные схемы конструкции и их особенности, свойственные определенным периодам развития строительной техники; организации, проектировавшие и строившие объект; сведения по аналогичным объектам и конструкциям, на которые есть техническая документация.

При необходимости составляют программу работ по обследованию, в которой указывают: цели и задачи обследования; перечень подлежащих обследованию строительных конструкций и их элементов; места и методы инструментальных измерений и испытаний; места вскрытий и отбора проб материалов, исследований образцов в лабораторных условиях; перечень необходимых поверочных расчетов и т.д.

Далее проводят предварительное визуальное обследование конструкций зданий. При осмотре выявляются наиболее поврежденные участки конструкции, а также несущие элементы, находящиеся в наиболее неблагоприятных условиях эксплуатации. Визуально оценивается общее состояние конструкций: наличие увлажненных участков бетона, состояние защитных покрытий, наличие коррозии и т.д. Таким образом, в ходе предварительного осмотра собирается информация, позволяющая уточнить программу и объемы работ по обследованию.

Работы по обмеру необходимых геометрических параметров зданий, конструкций, их элементов и узлов. Целью обмерных работ является уточнение фактических геометрических параметров строительных конструкций и их элементов, определение их соответствия проекту или отклонение от него.

Определяются пролеты конструкций, размеры поперечных сечений, высота помещений, отметки характерных узлов и т.д.

Для обмерных работ применяются измерительные инструменты: линейки, рулетки, стальные струны, штангенциркули, нутромеры, щупы, шаблоны, угломеры, уровни, отвесы, лупы, измерительные микроскопы, а в случае необходимости используют специальные измерительные приборы: нивелиры, теодо-

литы, дальномеры, тахеометры и прочее, а также применяют стереофотограмметрию. Все применяемые инструменты и приборы должны быть поверены в установленном порядке.

Выявление дефектов и повреждений. Прежде всего выявляют и фиксируют видимые и внутренние дефекты и повреждения, делают описания, зарисовки, фотографии дефектных участков, составляют схемы и ведомости дефектов и повреждений с фиксацией их мест и характера.

Определение фактических характеристик материалов основных несущих конструкций и их элементов производится методами неразрушающего контроля, а также методами определения прочности по образцам, отобранным из конструкций.

Определение реальных эксплуатационных нагрузок и воздействий, воспринимаемых обследуемыми конструкциями, и при необходимости измерение параметров эксплуатационной среды, присущей технологическому процессу в здании и сооружении.

Определение реальной расчетной схемы конструкции и ее отдельных элементов, условия опирания или соединения с другими смежными строительными конструкциями, деформативность опорных креплений;

Реальная расчетная схема определяется по результатам обследования. Она должна отражать геометрические размеры сечений, величины пролетов, эксцентриситетов; вид и характер фактических (или требуемых) нагрузок, точки их приложения или распределение по конструктивным элементам; повреждения и дефекты конструкций. При определении реальной расчетной схемы работы железобетонных конструкций необходимо, наряду с их геометрическими параметрами, учитывать систему фактического армирования и способы их сопряжения между собой.

Расчет несущей способности конструкций по результатам обследования. Перерасчет конструкции по фактическим показателям, полученным при обследовании, выполняется с целью окончательной оценки несущей способности и

эксплуатационной пригодности сооружения; определения напряжений, деформаций, перемещений несущих конструкций при различных уровнях эксплуатационной нагрузки.

Камеральная обработка и анализ результатов обследования и поверочных расчетов, анализ причин появления дефектов и повреждений в конструкциях и составление итогового документа (акта, заключения, технического расчета) с выводами по результатам обследования и рекомендациями по дальнейшей эксплуатации и необходимости усиления.

На основании результатов обследования и поверочных расчетов производят оценку технического состояния несущих конструкций. Согласно ГОСТ 31937-2011 по этой оценке конструкции подразделяются на: находящиеся в нормативном техническом состоянии, работоспособном техническом состоянии, ограниченно-работоспособном техническом состоянии и аварийном состоянии.

Нормативное техническое состояние – категория технического состояния, при котором количественные и качественные значения параметров всех критериев оценки технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений, включая состояние грунтов основания, соответствуют установленным в проектной документации значениям с учетом пределов их изменения.

Работоспособное техническое состояние – категория технического состояния, при которой некоторые из числа оцениваемых контролируемых параметров не отвечают требованиям проекта или норм, но имеющиеся нарушения требований, в конкретных условиях эксплуатации, не приводят к нарушению работоспособности, и необходимая несущая способность конструкций и грунтов основания, с учетом влияния имеющихся дефектов и повреждений, обеспечивается.

Ограниченно-работоспособное техническое состояние – категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая состояние грунтов основания, при которой имеются крены, де-

фекты и повреждения, приведшие к снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения, потери устойчивости или опрокидывания, и функционирование конструкций и эксплуатация здания или сооружения возможны либо при контроле (мониторинге) технического состояния, либо при проведении необходимых мероприятий по восстановлению или усилению конструкций и (или) грунтов основания и последующем мониторинге технического состояния (при необходимости).

Аварийное состояние – категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая состояние грунтов основания, характеризующаяся повреждениями и деформациями, свидетельствующими об исчерпании несущей способности и опасности обрушения и (или) характеризующаяся кренами, которые могут вызвать потерю устойчивости объекта.

4. Рекомендуемая учебная литература

1. Кириленко А.М. Диагностика железобетонных конструкций и сооружений (научное издание). М.: Изд-во Архитектура-С, 2013. 368 с.
2. Авдейчиков Г.В. Испытание строительных конструкций. М.: АСВ 2009. 160с.
3. Землянский А.А. Обследование и испытание зданий и сооружений. Учебное пособие. М.: 2001. 241с.
4. Калинин В. М. Обследование и испытание конструкций зданий и сооружений. М: ИНФРА-М, 2012.

5. Обработка результатов

1. Определите геометрические характеристики железобетонной балки. Результаты записать в таблицу 2.1.

Таблица 1.1

Геометрические характеристики балки

Размеры балки, м	L	L_p	b	h

--	--	--	--	--

2. Определите прочностные характеристики бетона R_i , для чего выбрать n точек прозвучивания по длине балки. Результаты измерений записать в таблицу 11.2.

Таблица 1.2

Результаты испытаний и обработка данных

№ опы- та	База b , м	Вре- мя t , 10^{-6} с	Ско- рость, V , м/с	Проч- ность R_i , МПа	$\bar{R} -$ R_i , МПа	$(\bar{R} -$ $R_i)^2$, МПа	S МПа	v	B^* , МПа	B , МПа	R_b , МПа
1											
...											
4											

Фактический класс бетона определите по полученным результатам статистических расчётов с использованием формул:

– Среднее значение прочности бетона, МПа:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

– Среднеквадратическое отклонение прочности бетона, МПа:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{R} - R_i)^2}{n-1}}$$

– Коэффициент вариации прочности бетона:

$$v = \frac{S}{\bar{R}}$$

– Фактическая величина, соответствующая классу бетона по прочности на сжатие B , МПа

$$B^* = \bar{R} \cdot (1 - 1,64 v)$$

где B – класс бетона по СП 52-101-2003 (см. приложение 1)

R_b – расчётное сопротивление бетона по СП 52-101-2003 (см. приложение 1)

3. Определите характеристики армирования железобетонной балки (A_s, h_{3c}, R_s).

1) Определите количество стержней арматуры в железобетонной балке с помощью прибора ИЗС-10Н. Для этого, перемещая датчик в поперечном направлении балки, подсчитать общее количество максимальных отклонений стрелки прибора.

2) Для определения величины защитного слоя бетона h_{3c} и диаметра арматуры d зарегистрируйте показания прибора при расположении датчика над арматурным стержнем без прокладки (h_1) и с прокладкой толщиной Δ (h_2) на всех диапазонах (d) измерения прибора. Результаты записать в табл. 7.3. Вычислить разность отсчетов $h_2 - h_1$. Диаметр в строке, в которой эта разность будет равна или максимально близка к толщине прокладки Δ , будет соответствовать диаметру арматуры в исследуемой железобетонной балке. Соответственно будет найдена и толщина защитного слоя для этого диаметра.

Таблица 1.3

Результаты испытаний и обработка данных

Диапазон измерений, мм	h_1 , мм	h_2 , мм	$(h_2 - h_1)$ мм	Выводы:
6				$n =$ _____ шт. ; $\Delta =$ _____ мм; $d =$ _____ мм; $h_{3c} =$ _____ мм; $a = h_{3c} + \frac{d}{2} =$ _____ мм; $h_0 = h - a =$ _____ мм;
8				
10				
12				
14				
16				

				$A_s = \underline{\hspace{2cm}} \text{ мм}^2;$ $R_s = \underline{\hspace{2cm}} \text{ МПа.}$
--	--	--	--	---

Класс рабочей арматуры определяется после вскрытия бетона или по результатам исследования методами проникающих излучений по типу периодического профиля. По классу арматуры (СП 52-101-2003) определить ее расчетное сопротивление R_s (приложение 2).

На основе проведенных измерений определить: $d, h_{з.с.}, a, h_0, A_s$.

5. Выявление дефектов и повреждений: выявить и зафиксировать видимые дефекты и повреждения, сделать описания, зарисовки дефектных участков, составить схемы и ведомости дефектов и повреждений с фиксацией их мест и характера. Результаты зафиксировать в табл. 11.4 и на схеме балки (рисунок 11.5).



Рисунок 1.5. Схема балки для указания дефектов и повреждений

Таблица 1.4

Ведомость дефектов

№ п/п	Описание дефекта	Место расположения дефекта
1		
...		
4		

5. Определите:

1) Момент $M_{\text{МАХ}}$ в опасном сечении от нагрузки, заданной преподавателем;

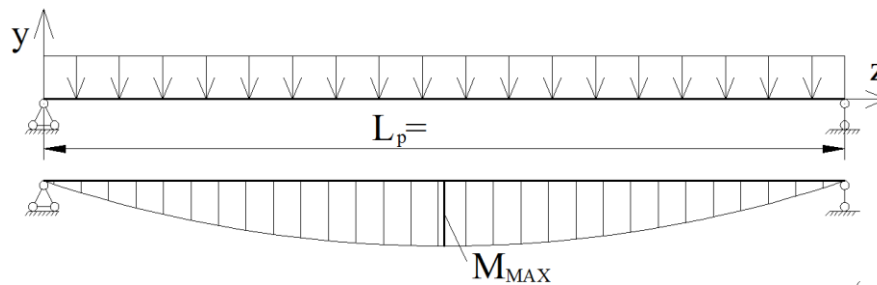


Рисунок 1.6. Расчетная схема балки и эпюра моментов от заданной нагрузки

2) Максимальный момент в опасном сечении M_u , который может выдержать балка по представленной ниже блок-схеме.

3) Сравните M_u и M_{MAX} между собой

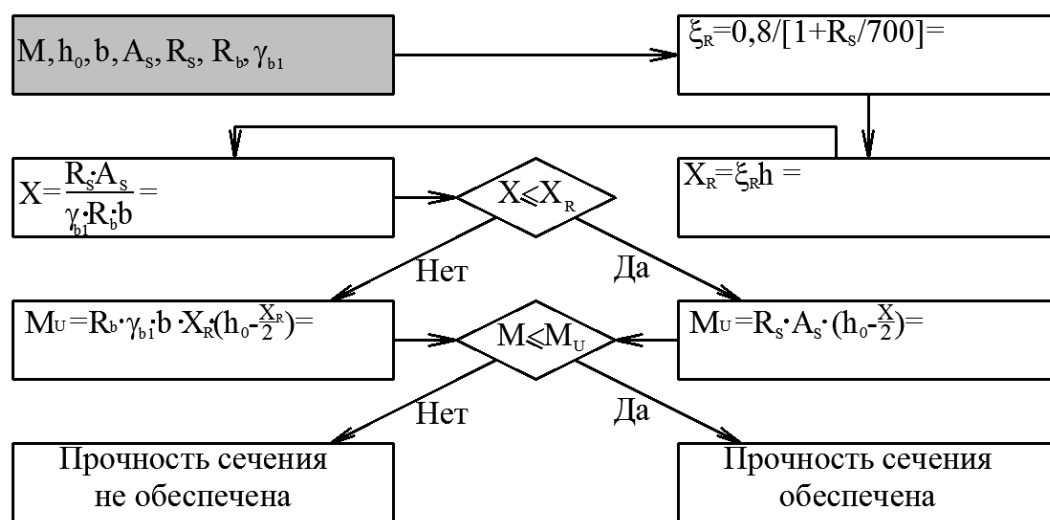


Рисунок 1.7. Блок-схема определения несущей способности

6. На основании результатов обследования и поверочных расчетов определите техническое состояние железобетонной балки. Сделать выводы о возможности использования балки под заданную нагрузку.

ПЗ №2. МЕХАНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

1. Цель и содержание работы

Цель работы – ознакомление с методикой определения прочностных характеристик бетона механическими неразрушающими методами.

В ходе работы необходимо решить следующие задачи:

1. Определить прочность бетона методом отрыва со скалыванием.
2. Определить прочность бетона ударно-импульсным методом.
3. Определить прочность бетона методом упругого отскока.

2. Материалы и оборудование

В настоящей работе при определении прочности бетона методом отрыва со скалыванием используется прибор «ОНИКС-ОС» (рисунок 3.1) или аналогичный ему. Данный прибор предназначен для определения прочности и класса бетона методом отрыва со скалыванием на объектах строительства, при обследовании зданий, сооружений и конструкций. Прибор можно также использовать для уточнения градуировочных характеристик ультразвуковых и ударно-импульсных приборов.



Рисунок 2.1. Общий вид прибора «Оникс-ОС»

При определении прочности бетона ударно-импульсным методом используется прибор «ОНИКС-2.5» (рисунок 3.2) или аналогичный ему, который предназначен для определения прочности бетона на сжатие неразрушающим ударно-импульсным методом при технологическом контроле качества материалов в обследовании зданий, сооружений, конструкций. Он также применим для

определения твердости, однородности, плотности и пластичности различных материалов (бетона, кирпича, раствора и т.п.)

Для определения прочности (класса) бетона в конструкции необходима предварительная градуировка прибора, устанавливающая зависимость между прочностью бетона на сжатие R и характеристикой прибора – ударной твердостью H .



Рисунок 2.2. Общий вид прибора «Оникс-2.5»

При определении прочности бетона методом упругого отскока используется прибор молоток Schmidt фирмы "Proceq" или аналогичный ему. Общий вид прибора представлен на рисунке 3.3.

Для определения прочности (класса) бетона в конструкции необходима предварительная градуировка прибора, устанавливающая зависимость между прочностью бетона на сжатие R и косвенной характеристикой прибора – величиной отскока h .



Рисунок 2.3. Общий вид прибора молоток «Schmidt»

3. Методика проведения работы

К механическим неразрушающим методам относятся: метод локальных разрушений, метод пластических деформаций, метод упругого отскока и ударно-импульсные методы.

Метод локальных разрушений, хотя и принято его относить к неразрушающим, все же связан с определенным ослаблением несущей способности конструкций. К методам локальных разрушений относятся: метод отрыва, метод отрыва со скалыванием, метод скалывания ребра и другие методы.

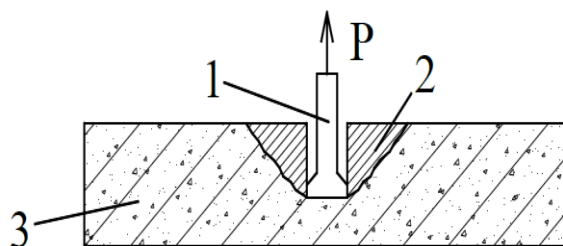


Рисунок 2.4. Принципиальная схема метода отрыва со скалыванием

Испытания на отрыв со скалыванием связаны с извлечением из тела бетона предварительно установленных анкеров. На рисунке 3.4. представлена принципиальная схема таких испытаний. С помощью домкратов из тела бетона 3 извлекается анкер 1 и фиксируется величина силы P , соответствующей моменту извлечения объема бетона 2.

Прочность бетона в этом случае может быть установлена по формуле (ГОСТ 22690-88):

$$R = m_1 \cdot m_2 \cdot P, \text{ МПа}$$

где m_1 – коэффициент, учитывающий максимальный размер крупного заполнителя в зоне вырыва и принимаемый равным 1 при крупности менее 50 мм и 1,1 – при крупности 50 мм и более;

m_2 – коэффициент, служащий для перехода от усилия отрыва (кН) к прочности бетона (МПа). Коэффициент зависит от типа и глубины заделки анкерного устройства, предполагаемой прочности бетона и типа бетона.

P – усилие отрыва (кН).

Достоверность прочности бетона, установленная методом отрыва со скалыванием, достаточно высокая. Вместе с тем, к недостаткам этого метода следует отнести его высокую трудоемкость и невозможность использования в густоармированных участках, а также то, что он частично повреждает поверхность конструкции.

При испытании бетона методом скалывания ребра к исследуемой конструкции 1 крепится специальное устройство 3 (рисунок 3.5). Острые крюка данного устройства располагают так, чтобы оно соприкасалось с гранью конструкции, а линия действия силы была бы направлена под углом 18° к грани бетона. По усилию P , необходимому для скалывания бетона 2, судят о прочности бетона конструкции.

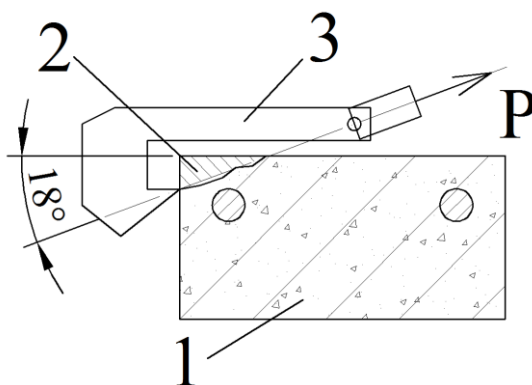


Рисунок 2.5. Принципиальная схема метода скалывания ребра

Величину прочности определяют по формуле (ГОСТ 22690-88):

$$R = 0,058 \cdot m \cdot (30 \cdot P + P^2), \text{ МПа}$$

где m – коэффициент, учитывающий максимальный размер крупного заполнителя и принимаемый равным 1 при крупности заполнителя менее 20 мм; 1,05 – при крупности заполнителя от 20 до 30 мм и 1,1 – при крупности от 30 до 40 мм;

P – усилие скалывания, кН.

Метод упругого отскока, основан на использовании зависимости величины (высоты) отскока h условного упругого тела при ударе его о поверхность бетона.

В результате удара движущейся массы о поверхность бетона происходит перераспределение начальной кинетической энергии таким образом, что одна ее часть поглощается бетоном при его пластическом деформировании, а другая часть передается ударной массе (бойку) в виде реактивной силы, преобразующейся в кинетическую энергию отскока. Чтобы начальная энергия удара распределялась таким образом, масса бетона должна быть бесконечно большой по

сравнению с массой ударника, что должно исключить затрату энергии на перемещение бетонной массы.

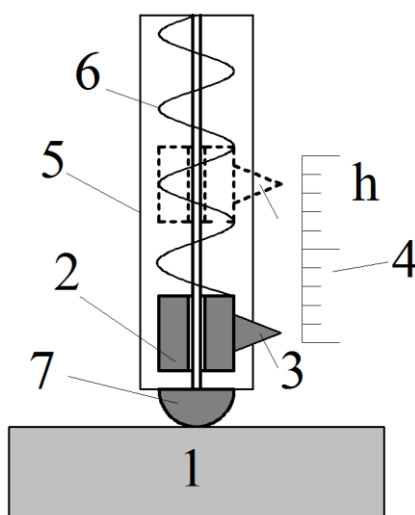


Рисунок 2.6. Принципиальная схема метода упругого отскока

Прибор (рисунок 3.6) состоит из корпуса 5, в котором по направляющему стержню под действием пружины 6 перемещается масса. Ось прибора во время испытаний должна быть перпендикулярна бетонной поверхности. Под действием пружины перемещается боек 2 и передает удар на бетонную поверхность 1 и деформирует ее, расходуя одну часть энергии на пластическую деформацию, а другую на упругую деформацию бетона, которая в виде реактивной силы передается бойку, и под действием которой боек отскочит, увлекая за собой ползунк 3. Величина отскока измеряется по шкале 4 в зависимости от положения ползунка 3.

На высоту отскока бойка кроме величины реактивной силы влияет гравитационная сила подвижной массы, т.е. показание зависит от положения в пространстве, что учитывается путем использования коэффициентов или отдельных тарировочных графиков.

Метод ударного импульса, основан на использовании зависимости между твердостью материала и величиной электрического импульса, генерируемого в ударной части прибора.

Принципиальная схема метода ударного импульса представлена на рисунке 3.7.

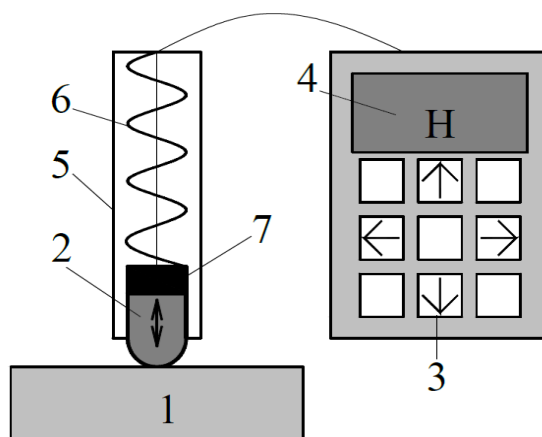


Рисунок 2.7. Принципиальная схема метода ударного импульса

Прибор имеет корпус 5, внутри которого свободно перемещается боек 2, поджатый пружиной 6. При соударении бойка о поверхность бетона 1, электромеханический (пьезоэлектрический) преобразователь 7 преобразует механическую энергию удара в электрический импульс. Обработка результата производится электронным блоком 3, результат выдается на экране 4.

К достоинствам метода можно отнести его оперативность, низкие трудозатраты, удобство в работе, отсутствие сложных вычислений, слабую зависимость от состава бетона. Недостатком метода является определение прочности в поверхностном слое бетона.

4. Обработка результатов

1. Определение прочности и класса бетона методом отрыва со скалыванием

1) В бетоне высверлить отверстие, размер которого выбрать в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора, в зависимости от типа анкерного устройства;

2) В отверстии закрепить анкерное устройство на глубину, предусмотренную инструкцией по эксплуатации прибора, в зависимости от типа анкерного устройства;

3) Прибор соединить с анкерным устройством;

4) Нагрузку увеличивать со скоростью 1,5-3,0 кН/с;

5) Фиксировать показание силоизмерителя прибора и глубину вырыва с точностью не менее 1 мм.

6) Провести серию измерений, включающую не менее 5 испытаний.

7) Определить прочность бетона R в образце или конструкции по измеренному усилию вырыва анкерного устройства P .

$$R = m_1 \cdot m_2 \cdot P, \text{ МПа}$$

где m_1 – коэффициент, учитывающий максимальный размер крупного заполнителя в зоне вырыва и принимаемый равным 1 при крупности менее 50 мм и 1,1 – при крупности 50 мм и более;

m_2 – коэффициент, служащий для перехода от усилия отрыва (кН) к прочности бетона (МПа), принимается по Таблице 9 ГОСТ 22690-88;

Результаты записать в таблицу 3.1

Таблица 2.1

Результаты испытаний и обработка данных

№ опы- та	Усилие выры- ва, <i>P</i> , кН	Проч- ность <i>R_i</i> , МПа	$\overline{R} - R_i$, МПа	$(\overline{R} - R_i)^2$, МПа	<i>S</i> МПа	<i>v</i>	<i>B</i> [*] , МПа	<i>B</i> , МПа	<i>R_b</i> , МПа
1									
...									
5									
Вывод о прочности бетона:									

8) Выполнить «отбраковку» аномальных результатов измерений:

$$T_i = \frac{[R_i - \bar{R}]^{MAX}}{S},$$

где T_i – критерий «отбраковки» -го результата испытаний. Результат не учитывать при расчете, если $T_i > T_k$ (где T_k – контрольная величина, определяемая по таблице 3.2).

Значения контрольной величины

Количество результатов испытаний	3	4	5	6	7	8
T_k	1.74	1.94	2.08	2.18	2.27	2.33

Фактический класс бетона определить по полученным результатам статистических расчетов с учетом формул:

– среднее значение прочности бетона:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}, \text{ МПа};$$

– среднеквадратическое отклонение прочности бетона:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{R} - R_i)^2}{n-1}}, \text{ МПа};$$

– коэффициент вариации прочности бетона:

$$v = \frac{S}{\bar{R}};$$

– фактическая величина, соответствующая классу бетона по прочности на сжатие B :

$$B^* = \bar{R}(1 - 1,64v), \text{ МПа.}$$

где B – класс бетона по СП 52-101-2003;

R_b – расчетное сопротивление бетона по СП 52-101-2003.

2. Определение прочности бетона ударно-импульсным методом:

1) Выбрать участок на поверхности бетона размером не менее 100×100 мм, без наплывов бетона и с малым количеством пор на поверхности. В случае отсутствия такого участка выровнять испытываемую поверхность с помощью наждачного камня.

2) Провести серию измерений, включающую не менее 5 ударов.

3) Определить прочность бетона R в образце или конструкции по ранее установленной градуировочной кривой по измеренной «ударной твердости» H . Результаты записать в таблице 3.3.

Таблица 2.3

Результаты испытаний и обработка данных

№ опы- та	Услов- ная хар-ка, H , усл.ед	Проч- ность R_i , МПа	$\bar{R} - R_i$, МПа	$(\bar{R} - R_i)^2$, МПа	S МПа	ν	B^* , МПа	B , МПа	R_b , МПа
1									
...									
5									
Вывод о прочности бетона:									

4. Дальнейшую обработку результатов испытаний производить аналогично определению прочности бетона ударно-импульсным методом.

3. Определение прочности бетона методом упругого отскока: производить аналогично определению прочности бетона ударно-импульсным методом. Результаты занести в таблице 3.4.

Таблица 2.4

Результаты испытаний и обработка данных

№ опыта	Величина отскока, h , усл. ед.	Проч- ность R_i , МПа	$\bar{R} - R_i$, МПа	$(\bar{R} - R_i)^2$, МПа	S МПа	ν	B^* , МПа	B , МПа	R_b , МПа
1									
...									
5									
Вывод о прочности бетона:									

ПЗ №3. УДАРНО-ИМПУЛЬСНЫЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ.

1. Цель и содержание работы

Изучение методики определения прочности бетона неразрушающими методами контроля прочности по ГОСТ 22690-2015.

В ходе выполнения работы необходимо решить следующие задачи:

1. Определить класс бетона по прочности на сжатие;
2. Определить расчетное бетона.

К механическим неразрушающим методам относятся: метод локальных разрушений, метод пластических деформаций, метод упругого отскока и ударно-импульсные методы.

Метод локальных разрушений, хотя и принято его относить к неразрушающим, все же связан с определенным ослаблением несущей способности конструкций. К методам локальных разрушений относятся: метод отрыва, метод отрыва со скалыванием, метод скалывания ребра и другие методы.

Испытания на отрыв со скалыванием связаны с извлечением из тела бетона предварительно установленных анкеров. С помощью домкратов из тела бетона извлекается анкер и фиксируется величина силы P , соответствующей моменту извлечения объема бетона.

Испытания проводят, соблюдая требуемые условия в соответствии с ГОСТ 22690-2015. При этом прочность бетона допускается определять по универсальной градуировочной зависимости (2.1):

$$R = m_1 \cdot m_2 \cdot P, \text{ МПа} \quad (2.1)$$

где m_1 – коэффициент, учитывающий максимальный размер крупного заполнителя в зоне вырыва и принимаемый равным 1 при крупности менее 50 мм и 1,1 – при крупности 50 мм и более;

m_2 – коэффициент, служащий для перехода от усилия отрыва (кН) к прочности бетона (МПа), зависит от типа и глубины заделки анкерного устройства, предполагаемой прочности бетона и типа бетона;

P – усилие отрыва (кН).

Достоверность прочности бетона, установленная методом отрыва со скалыванием, достаточно высокая, за исключением современных бетонов высокой подвижности. Вместе с тем, к недостаткам этого метода следует отнести его высокую трудоемкость и невозможность использования в густоармированных участках, а также то, что он частично повреждает поверхность конструкции. Метод отрыва со скалыванием можно также использовать для установления градуировочных характеристик для приборов ультразвукового и ударно-импульсного методов, а также для метода упругого отскока.

Метод упругого отскока основан на использовании зависимости величины (высоты) отскока h условного упругого тела при ударе его о поверхность бетона. В результате удара движущейся массы о поверхность бетона происходит перераспределение начальной кинетической энергии таким образом, что одна ее часть поглощается бетоном при его пластическом деформировании, а другая часть передается ударной массе (бойку) в виде реактивной силы, преобразующейся в кинетическую энергию отскока.

Метод ударного импульса, основан на использовании зависимости между твердостью материала и величиной электрического импульса, генерируемого в ударной части прибора.

К достоинствам метода можно отнести его оперативность, низкие трудозатраты, удобство в работе, отсутствие сложных вычислений, слабую зависимость от состава бетона. Недостатком метода является определение прочности в поверхностном слое бетона, обязательное построение уточняющей градуировочной зависимости для конкретного здания и использованного прибора.

Задача 2.1. Испытания конструкций из бетона неразрушающим ударно-импульсным методом.

На строительной площадке в процессе возведения монолитного здания, с целью контроля качества конструкций, после полного набора прочности материалом, выполняют испытания ударно-импульсным методом. Используется

прибор Оникс 2.5, которым определяют среднюю прочность на сжатие материала монолитной конструкции.

Определение прочности бетона ударно-импульсным методом проводят, соблюдая требуемые стандартом условия, в следующем порядке:

1) Выбрать участок на поверхности бетона размером не менее 100х100 мм, без наплывов бетона и с малым количеством пор на поверхности. В случае отсутствия такого участка выровнять испытываемую поверхность с помощью наждачного камня.

2) Провести серию измерений, включающую не менее 10 ударов.

3) Определить прочность бетона R в конструкции (по предварительно уточненной градуировочной зависимости) по измеренной «ударной твердости» H . Результаты записать в табл. 2.1.

Прочность бетона на сжатие определяют по градуировочной зависимости (3.1):

$$R = a + b \cdot Hi \quad (3.1)$$

где Hi – условная характеристика, связанная с поверхностной твердостью и прочностью бетона исследуемой конструкции, МПа;

$a = -7,0$ и $b=0,5$ – коэффициенты уточненной градуировочной зависимости.

Таблица 3.1

Результаты испытаний прочности бетонной конструкции ударно-импульсным методом

№ опыта	Условная характеристика, H , усл.ед	Прочность R_i , МПа	Среднее значение прочности бетона на сжатие, $\bar{R}_{сж}$, МПа
1	64,2	25,1	21,2
2	60,1	23,1	
3	48,7	17,3	
4	47,7	16,8	
5	62,2	24,1	

№ опыта	Условная характеристика, H , усл.ед	Прочность R_i , МПа	Среднее значение прочно- сти бетона на сжатие, $\bar{R}_{сж}$, МПа
6	64,1	25,1	
7	50,4	18,2	
8	53,7	19,8	
9	58,5	22,2	
10	62,2	24,1	
11	64,1	25,0	
12	50,4	18,2	
13	53,7	19,8	
14	58,5	22,2	
15	62,2	24,1	
16	60,1	23,0	
17	48,7	17,3	
18	47,7	16,8	
19	62,2	24,1	
20	64,1	25,0	
21	60,1	23,0	
22	48,7	17,3	
23	50,4	18,	
23	60,1	23,0	
24	48,7	17,3	
25	47,7	16,8	
26	62,2	24,1	
27	64,1	25,0	
28	60,1	23,0	
29	48,7	17,3	
30	64,2	25,1	

$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$, МПа – среднее значение прочности бетона в конструкции, определенное ударно-импульсным методом.

ПЗ №4. АКУСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ.

1. Цель и содержание работы

Цель работы – изучение методики проведения ультразвуковых испытаний и ознакомление с применяемой аппаратурой.

В ходе работы необходимо решить следующие задачи:

1. Определение динамического модуля упругости различных материалов.
2. Определение прочности бетона.
3. Определение наличия и расположения дефектов во фрагментах бетонных конструкций при доступе к ним с двух поверхностей (метод сквозного прозвучивания) и с одной поверхности (метод продольного профилирования).

2. Материалы и оборудование

В данной работе используется прибор УК-14П с преобразователями продольных волн с частотой 60кГц. Также для определения времени прохождения ультразвука могут быть использованы аналогичные приборы, типа УК-1401, Пульсар (рис. 4.5) и т.д.



Рисунок 4.1. Общий вид прибора Пульсар-1.2

3. Методика проведения работы

Ультразвуковые акустические методы построены на изучении характера распространения звука в конструкционных материалах. Звук – механическое колебательное движение частиц, распространяющееся в виде волны в газооб-

разной, жидкой или твердой среде. Упругие волны принято делить на инфразвуковые частотой до 20 Гц; звуковые, частота которых лежит в пределах от 20 Гц до 20 кГц; ультразвуковые, частотой от 20 кГц до 1000 МГц, и гиперзвуковые, частота которых превышает 1000 МГц.

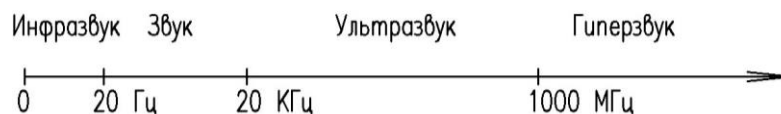


Рисунок 4.2. Деление упругих волн по частоте

При испытании бетонов и керамики используют ультразвуковые колебания частотой от 20 кГц до 200 кГц, а при испытании металлов и пластмасс – частотой от 30 кГц до 10 МГц. Существует ряд методов использования ультразвука в практике. Наибольшее распространение получил ультразвуковой импульсный метод (УИМ).

Основным исходным параметром, используемым при ультразвуковых испытаниях, является скорость распространения ультразвукового импульса в материале конструкции, которая определяется по формуле:

$$V = \frac{L}{t}, \text{ м/с}$$

где L – расстояние пройденное ультразвуком в объекте испытаний (база прозвучивания), измеряется с точностью $\pm 0,5\%$;

t – время прохождения ультразвуковых колебаний (УЗК) на базе прозвучивания, измеряется в микросекундах (10^{-6}с).

Блок-схема прибора для ультразвуковых испытаний строительных материалов представлена на рисунке 4.3.

Генератор вырабатывает электрический сигнал, который усиливается и по высокочастотному кабелю подается на преобразователь (излучатель). Преобразователь преобразует электрический сигнал в механические колебания.

Механический ультразвуковой импульс через слой акустической контактной смазки (меловой пасты, пластилина и т.п.) или с помощью специального волновода передается объекту испытаний и в нем распространяется со скоростью, величину которой необходимо определить.

После прохождения механического импульса через образец он, вновь пересекая слой контактной смазки, попадает на приемник, превращается в электрический импульс и усиливается усилителем приема. На цифровом индикаторе указывается время прохождения импульса через образец.

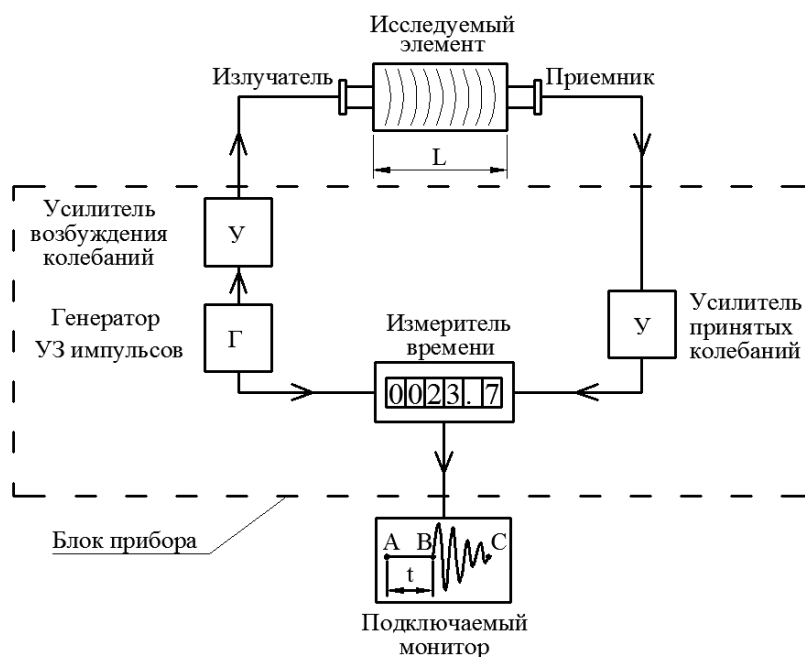


Рисунок 4.3. Блок-схема прибора для ультразвуковых испытаний

Излучатели и приемники могут быть пьезоэлектрическими и магнито-стрикционными.

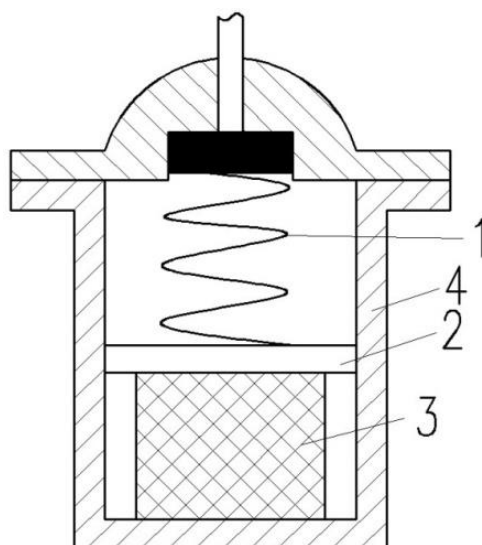


Рисунок 4.3. Пьезоэлектрический преобразователь: 1 – пружина; 2 – пластина; 3 – материал обладающий пьезоэффектом; 4 – корпус

Пьезоэлектрический преобразователь состоит из металлического корпуса, внутри которого располагается материал обладающий пьезоэлектрическим эффектом (кристаллы кварца, сегнетова соль и пр.). Кристалл, преобразующий электрическую энергию в механическую и наоборот, приклеивается или прижимается к пластине с помощью пружины.

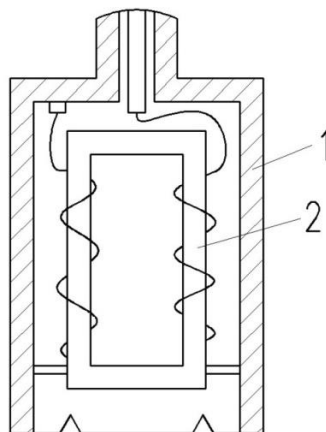


Рисунок 4.4. Магнестрикционный преобразователь: 1 – корпус; 2 – магнестриктор

Магнестриктор собирается из тонких изолированных друг от друга пластин из никеля или другого материала, обладающего под действием магнитного поля возможностью сжиматься или растягиваться. Пакет пластинок помещается в катушку, по которой пропускается переменный электрический ток (излучатель), или возникает переменный электрический ток (приемник).

Для ультразвуковых испытаний могут быть использованы различные виды волн – продольные, поперечные, поверхностные и т.д. Наибольшее распространение получили приборы в основе работы которых применяются продольные ультразвуковые волны.

4. Обработка результатов

1. Определение динамического модуля упругости материалов.

Динамический модуль упругости $E_{\text{дин}}$ определить при деформациях близких к нулю $\varepsilon \rightarrow 0$, т.е. в начале оси абсцисс кривой деформирования материала.

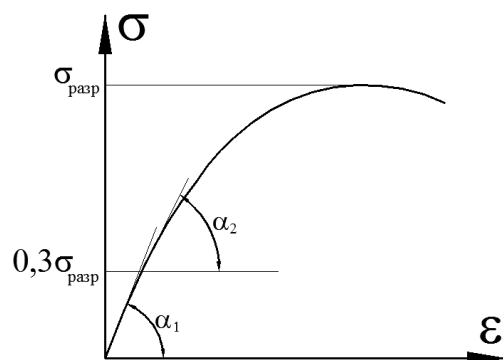


Рисунок 4.5. Диаграмма растяжения образца: где $\sigma_{\text{разр}}$ – напряжения разрушения образца; $E_{\text{дин}} = \text{tg} \alpha_1$; $E_{\text{стат}} = \text{tg} \alpha_2$

В общем случае зависимость между скоростью продольных волн ультразвука и модулем упругости среды может быть выражена формулой, МПа

$$E_{\text{дин}} = V^2 \cdot \rho \cdot \frac{1}{k}$$

где V – скорость ультразвукового импульса, м/с;

ρ – плотность материала, $\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$;

k – коэффициент формы образца, учитывающий различия в условиях распространения волн при различных соотношениях длины волны λ и размеров поперечного сечения образца. Если $\lambda \geq 2 \cdot a$ (где a – длина наибольшего отрезка, проведённого через сечение), то $k \approx 1$. В остальных случаях коэффициент вычисляется по формулам:

Для пластины:

$$k = \frac{1}{1 - \mu_{\text{дин}}^2}$$

Для трехмерного тела:

$$k = \frac{1}{(1 + \mu_{\text{дин}}) \cdot (1 - 2\mu_{\text{дин}})},$$

где $\mu_{\text{дин}}$ – динамический коэффициент Пуассона

Для определения модуля упругости материала преобразователи прижать к торцевым граням образца и измерить время прохождения УЗК. Измерить базу прозвучивания L и вычислить скорость распространения ультразвука. Результаты записать в таблицу 6.1.

Ведомость испытаний свойств материалов

№ п/п	Наименование материала	База L , м	Время t , 10^{-6} с	Скорость V , м/с	Плотность ρ , Н·с ² /м ⁴	Е _{дин} , МПа
1						
...						
4						

2. Определение прочности бетона.

Прочность бетона в образце или конструкции определить по ранее установленной градуировочной кривой (рисунок 6.6) по измеренной скорости ультразвука. Результаты занести в таблицу 4.2.

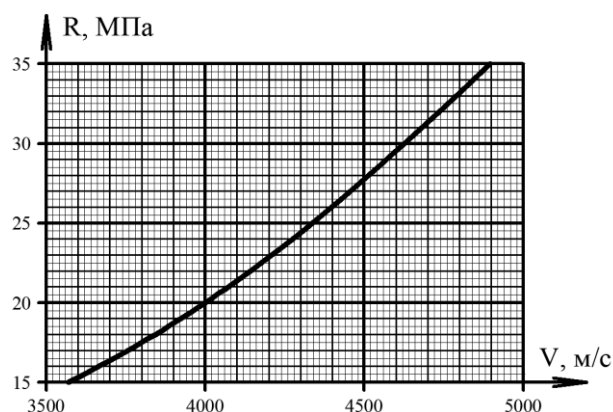


Рисунок 4.6. Градуировочная зависимость «скорость УЗК - прочность бетона»

Градуировочная зависимость «скорость ультразвука – прочность бетона» получают по результатам последовательных ультразвуковых неразрушающих и статических разрушающих испытаний образцов кубов из бетона того же состава, что и материал конструкции. Методика построения градуировочных зависимостей приведена в ГОСТ 17624-2012.

Таблица 4.2

Результаты испытаний и обработка данных

№ опы	База L , м	Вре мя t ,	Ско- рость,	Проч- ность	$\bar{R} - R_i$	$(\bar{R} -$	S МП	v	B^* , МП	B , МП	R_b , МП
----------	-----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	--------------	-----------	-----	---------------	-------------	---------------

та		$10^{-6}c$	$V, м/с$	$R_i,$ МПа	МПа	$R_i)^2,$ МПа	а		а	а	а
1											
...											
5											
Выводы о прочности бетона:											

Фактический класс бетона определить по полученным результатам статистических расчётов с использованием формул:

– Среднее значение прочности бетона, МПа:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

– Среднеквадратическое отклонение, МПа

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{R} - R_i)^2}{n - 1}}$$

– Коэффициент вариации прочности бетона:

$$v = \frac{S}{\bar{R}}$$

– Фактическая величина, соответствующая классу бетона по прочности на сжатие B , МПа:

$$B^* = \bar{R} \cdot (1 - 1,64 v)$$

где B – класс бетона по СП 52-101-2003 (см. приложение 1);

R_b – расчётное сопротивление бетона по СП 52-101-2003 (см. приложение 1)

3. Определение дефектов во фрагментах сооружений.

В качестве дефектов могут рассматриваться имеющиеся в конструкции или сооружении зоны непровибрированного и неперемешанного бетона, крупные инородные включения, трещиноватые зоны и т.п.

Для определения величины и расположения дефектов применяют два основных метода: сквозное и поверхностное прозвучивание (метод продольного профилирования). Сквозное прозвучивание используется при доступе в конструкции с двух сторон. Если такой доступ невозможен, осуществляют поверхностное прозвучивание.

3.1. Метод сквозного прозвучивания

Работу по дефектоскопии методом сквозного прозвучивания вести по следующей методике: на противоположные плоскости конструкции нанести прямоугольные координатные сетки со стороной квадрата 10, 20 или 50 см (в зависимости от размера опасного для данной конструкции дефекта). Сетки разметить так, чтобы линии, соединяющие узлы на двух противоположных гранях, были перпендикулярны плоскости прозвучивания (рисунок 6.7.).

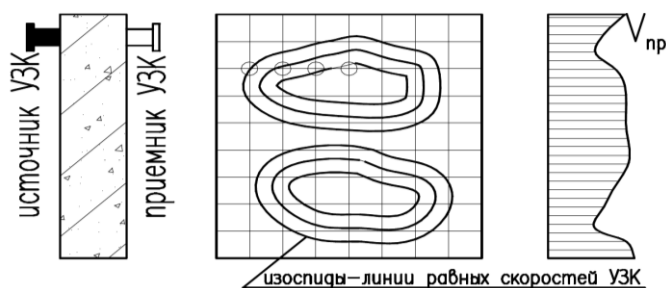


Рисунок 4.7. Выявление дефектов при сквозном прозвучивании

Для получения значений скоростей ультразвука последовательно прозвучить конструкцию в каждом створе узлов сетки и измерить соответствующие базы. В случаях, когда толщина конструкции постоянна задача испытаний упрощается и замеряется только время распространения ультразвука. Наличие дефекта в конструкции определить, сравнив значения полученных скоростей (или времени) распространения УЗК.

Результаты измерений времени распространения ультразвука для плиты постоянной толщины, замеренные в узлах сетки, занести в таблицу 6.3

Таблица 4.3

Результаты испытаний и обработка данных

№ точки прозвучи-	1	2	3	4	5	6	7	8	9

вания									
Время прохождения ультразвука t_i , 10^{-6} с									
База прозвучивания L , м									
Скорость ультразвука V_i , м/с									
Выводы о наличии дефекта и месте его расположения									

3.2. Метод поверхностного прозвучивания (продольного профилирования, годограф скорости)

Ультразвуковая дефектоскопия бетона применяется также при одностороннем доступе к объекту испытаний. Особенно эффективен этот метод при дефектоскопии дорожных и аэродромных покрытий, фундаментных плит, монолитных плит перекрытий и т.п.

При определении дефектов методом продольного профилирования излучатель устанавливается неподвижно, а приемник последовательно переставляется по линии в точки с постоянным шагом 5 – 10 см. После каждого перемещения излучателя с помощью прибора определяется время прохождения УЗК.

Глубина, на которой можно определить дефект методом поверхностного прозвучивания составляет $h \leq 1,5 \div 2,0\lambda$.

где λ – длина волны ультразвукового импульса, которая зависит от его частоты и скорости прохождения через материал:

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

где V – скорость ультразвукового импульса;

f – частота ультразвукового импульса.

Например, при скорости $V=4000\text{м/с}$, и $f=60\text{кГц}$, $\lambda=6,7\text{см}$.

Схема, поясняющая выявление дефекта при поверхностном прозвучивания методом продольного профилирования, представлена на рисунке 6.8, из которого видно, что график, называемый годографом скорости, на участках конструкции, где бетон не имеет дефектов или дефектных зон, может быть представлен прямой линией. Искривление годографа на каком-либо участке свидетельствует о несоблюдении условий, при которых наблюдается прямая пропорциональность между базой прозвучивания и временем прохождения ультразвукового импульса.

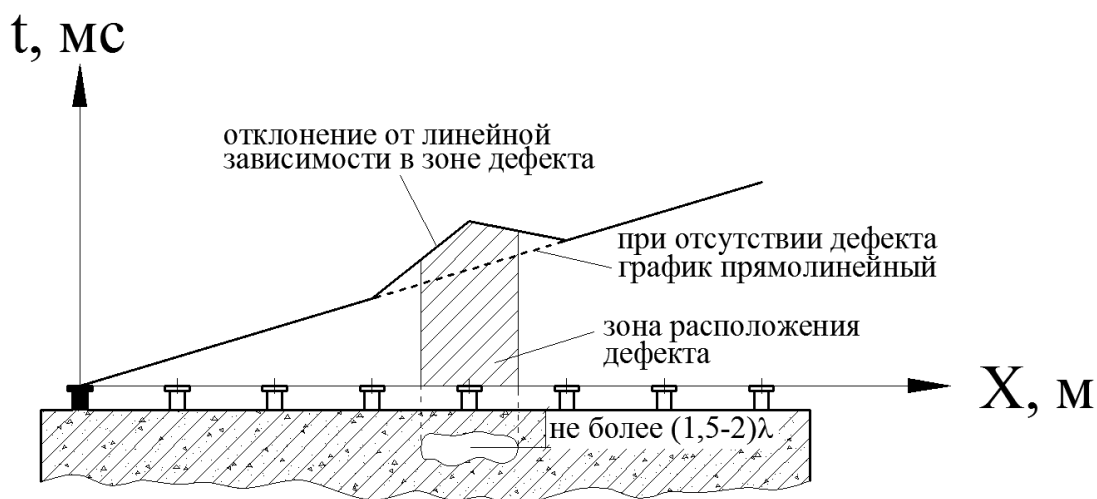


Рисунок 4.8. Метод продольного профилирования: сверху – годограф скорости ультразвука; внизу – схема расстановки ультразвуковых излучателя и приемника колебаний

Перед построением годографа результаты измерений записать в таблице 6.4.

Таблица 5.4

Результаты испытаний и обработка данных

№ точки прозвучивания	1	2	3	4	5	6
База прозвучивания L , см	10	20	30	40	50	60

Время прохождения ультразвука $t_i, 10^{-6}\text{с}$						
Выводы о наличии дефекта и месте его расположения						

По результатам испытаний (табл. 4.4) построить годограф в осях (L, t), рис. 4.9.

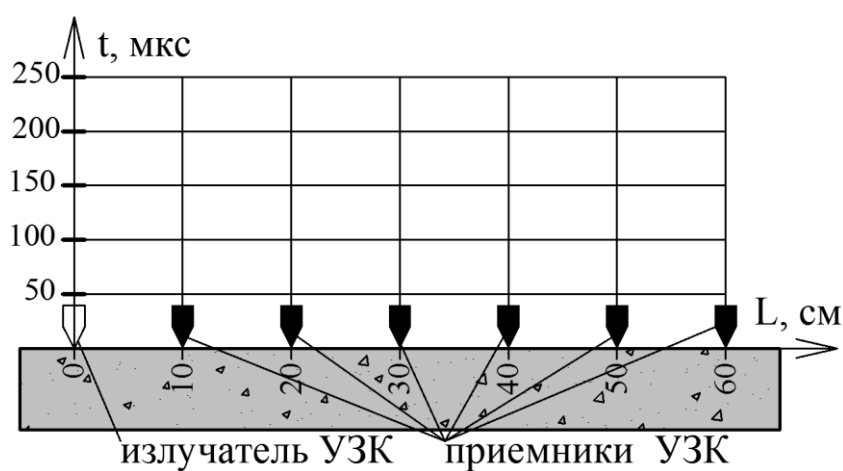


Рисунок 4.9. К построению годографа скорости

ПЗ №5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ В ХОДЕ МОНИТОРИНГА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

1. Цель и содержание работы

Цель работы: изучение методики проведения геодезического мониторинга пространственных перемещений каркасного здания при ветровом воздействии.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Составить ведомости координат марок деформационной сети.

2. Вычислить:

– абсолютные плановые и высотные смещения замаркированных точек модели (относительно начального цикла измерений) при приложении внешней нагрузки;

– определить сдвиг (горизонтальное смещение) контролируемых точек при приложении внешней нагрузки.

3. Сделать вывод о допустимости эксплуатации каркасного здания путем сравнения полученных результатов с расчетными предельно допустимыми значениями.

2. Материалы и оборудование

Для выполнения данной лабораторной работы потребуются следующие приборы и оборудование:

- модель несущих конструкций высотного каркасного здания;
- система нагружения и набор грузов;
- роботизированный электронный тахеометр Trimble S8;
- световозвращающие призмы;
- световозвращающие марки;
- программное обеспечение Trimble 4D Control.

Оценку пространственных деформаций несущих конструкций объекта в настоящее время производят с применением различных приборов, одним из которых является электронный тахеометр (рисунок 1.1), позволяющий определить

изменение плановых и высотных координат замаркированных точек. Тахеометр – это геодезический прибор, который предназначен для измерения расстояний одновременно с определением горизонтальных и вертикальных углов. Электронный тахеометр – имеет функцию записи данных в память и возможность передачи данных в компьютер через специальный интерфейс для дальнейшей обработки.



Рисунок 5.1. Электронный тахеометр Trimble S6

Роботизированный электронный тахеометр – оснащен системой сервоприводов, которые обеспечивают автоматическое вращение прибора, что совместно со специальным программным обеспечением позволяет автоматизировать процесс измерений, повысить точность и скорость наведения на цель, а также минимизировать участие оператора в процессе съемки.

«Целями» тахеометра являются деформационные марки (рисунок 5.2.) или призмы (рисунок 5.3.), закрепляемые на конструкциях объекта (рисунки 5.5-5.6).



Рисунок 5.2. Пластиковый катафотный отражатель ОП 50



Рисунок 5.3. Световозвращающая минипризма Seco 25мм



Рисунок 5.4. Пластиковый катафотный отражатель, закрепленный на металлических конструкциях



Рисунок 5.5. Световозвращающая призма на несущих конструкциях здания

Объект мониторинга – модель несущих конструкций высотного каркасного здания регулярно-ортогональной рамной пространственной структуры высотой 2400 мм сформирован из сварных стержней (сечение – квадратная труба $20 \times 20 \times 1.2$ мм), содержит 12 стоек (с равным шагом 400 мм по периметру), 5

"этажей"- перекрытий, образованных "балками" и точечно закрепленными винтами пластинами-листами (толщина 3 мм) поверх них (рисунок 5.6).



Рисунок 5.6. Общий вид модели

На модели установлены 6 геодезических призм, образующих два створа наблюдений: створ 1: (Pr 1-Pr 3 - Pr 6), створ 2:(Pr 2-Pr 4 - Pr 5) рисунок 5.7. Направление осей показано на рисунке 5.8.

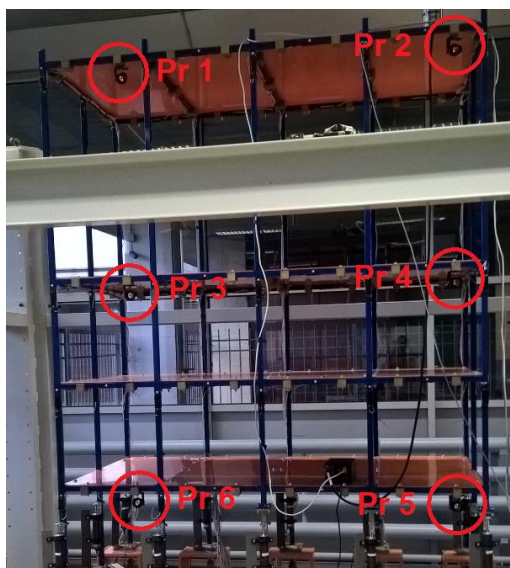


Рисунок 5.7. Расположение призм на модели

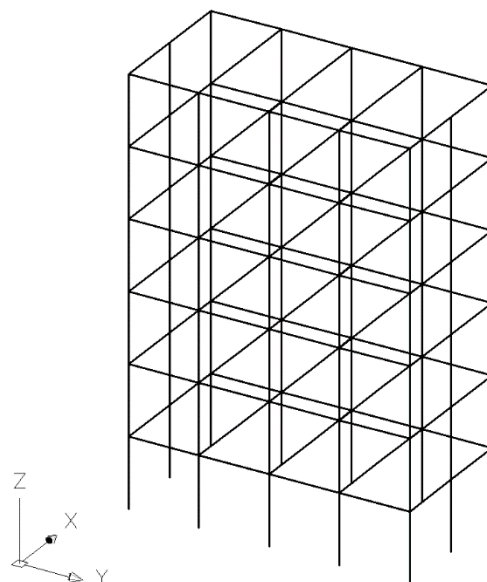


Рисунок 5.8. Направление осей

Нагружение модели производится с применением рычага, закрепленного на опорной раме, и грузов весом 2,5 кг каждый (рисунок 5.9).



Рисунок 5.9. Общий вид системы нагружения

3. Методика проведения работы

Для современного этапа экономического и общественного развития в России характерно расширение строительного производства и проведение масштабного строительства в крупных городах – мегаполисах, сопровождающееся постоянным ростом сложности возводимых объектов и условий, в которых осуществляется их строительство. С ростом сложности возводимых объектов особое значение приобретает проблема контроля технического состояния не-

сущих конструкций сооружений с целью предупреждения возникновения аварийных ситуаций.

Очевидно, что контроль технического состояния несущих конструкций должен носить систематический характер и позволять осуществлять оценку происходящих изменений на основе количественных критериев.

Мониторинг - специально организованное, систематическое наблюдение за состоянием объектов, явлений, процессов с целью их оценки, контроля или прогноза.

Деформационный мониторинг является способом измерения отклонений положения объекта от его первоначального положения. Полученные измерения используются для последующего вычисления отклонений, анализа деформационных процессов, генерирования оповещений о тревожных событиях.

Задачи, решаемые в ходе мониторинга несущих конструкций

- контроль напряженно-деформационного состояния несущих конструкций;
- сопоставление полученных параметров состояния контролируемых конструкций с нормируемыми параметрами, определенными в проекте (результатами расчета), либо нормативных документах;
- составление заключения о текущем техническом состоянии объекта мониторинга и прогноза по изменению технического состояния на ближайший период;
- контроль соответствия параметров нагрузок и воздействий на конструкции величинам, принятым при проектировании или указанным в действующих нормативных документах;
- обеспечение безопасного функционирования несущих конструкций при возведении зданий и сооружений, а также в ходе их эксплуатации, принятие, в случае необходимости, своевременных и адекватных мер по усилению несущих конструкций.

В ходе работ по мониторингу следует производить систематические наблюдения за:

- деформациями отдельных конструкций;
- деформациями отдельных узлов;
- общими деформациями здания.

При выполнении лабораторной работы руководствуются следующим порядком действий:

1. Создание опорной геодезической сети. Найдите в помещении световозвращающие марки которые могут быть приняты для опорной геодезической сети.

2. Создание деформационной сети. Найдите на объекте мониторинга световозвращающие марки которые могут быть приняты для деформационной геодезической сети.

3. Выполните нулевой цикл измерений опорной и деформационной сети.

4. Нагрузите модель (моделирование ветровой нагрузки или осадки основания).

5. Выполните циклы координатных измерений пространственных перемещений характерных точек объекта (без нагрузки и после приложения нагрузки)

6. Обработайте результаты пространственных перемещений характерных точек.

7. Вычислите сдвиг модели.

8. Запишите выводы о допустимости эксплуатации каркасного здания.

4. Обработка результатов

Определяем величины абсолютных плановых и высотных смещений замаркированных точек модели при приложении внешней нагрузки (2,5 гус)/ При этом схема контрольных точек и объемная модель каркаса представлены на рисунках 1.7-1.8.

Величины абсолютных плановых и высотных смещений определяются относительно нулевого цикла измерений по формулам (5.1-5.3)

$$\Delta X_i = X_i - X_0 \quad (5.1)$$

$$\Delta Y_i = Y_i - Y_0 \quad (5.2)$$

$$\Delta Z_i = Z_i - Z_0 \quad (5.3)$$

где X_0, Y_0, Z_0 - координаты деформационных марок в начальном цикле измерений;

X_i, Y_i, Z_i - координаты деформационных марок в текущем цикле измерений.

Полученные результаты заносим в таблицы 5.1 и 5.2.

Таблица 5.1

Ведомость пространственных координат призм деформационной сети

№ призмы	0 цикл			1 цикл			2 цикл		
	X, м	Y, м	Z, м	X, м	Y, м	Z, м	X, м	Y, м	Z, м
1									
2									
3									
4									
5									
6									

Таблица 5.2

Величины смещений призм деформационной сети

№	$\Delta 1 = 1-0$	$\Delta 2 = 2-0$
---	------------------	------------------

призмы	X, мм	Y, мм	Z, мм	X, мм	Y, мм	Z, мм
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Определяем горизонтальные смещения (величины сдвига). Определение величин сдвига производится для каждой контрольной точки деформационной сети по формуле (1.4):

$$D = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (5.4)$$

$$\Delta x = x_i^{\text{кон}} - x_i^{\text{нач}} \quad (5.5)$$

$$\Delta y = y_i^{\text{кон}} - y_i^{\text{нач}} \quad (5.6)$$

Полученные значения заносим в таблицу 5.3.

Таблица 5.3

Величины сдвига деформационных марок

№ призмы	1 цикл			2 цикл		
	Δx^2	Δy^2	D, мм	Δx^2	Δy^2	D, мм
1						
2						
3						
4						

5						
6						

Определяем допустимость выявленных деформаций. Предельно допустимые горизонтальные перемещения каркаса не должны превышать величины $h/500$. Заполняем таблицу 5.4, зная, что высота стенда составляет 2400 мм.

Таблица 5.4

Предельные горизонтальные перемещения модели каркасного здания

Тип здания	Крепление стен и перегородок к каркасу здания	Предельные перемещения f_u
Многэтажные здания	Любое	$h/500 =$ _____ мм

ПЗ №6. ОФОРМЛЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ОТЧЕТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

1. Цель и содержание работы

Цель работы: Разработать отчет по результатам испытания на изгиб балки ЗБДР18-5АШв-1.

2. Наименование и марка испытуемого изделия

Железобетонные стропильные решетчатые балки ЗБДР18-5АШв-1 пролетом 18 м, изготовленные по Серии 1.462.1-3/89 (рисунок 6.1). Третий типоразмер балок имеет ширину 280 мм. Порядковый номер балки по несущей способности (№5) соответствует эквивалентной расчетной нагрузке на перекрытие 750 кгс/м^2 .

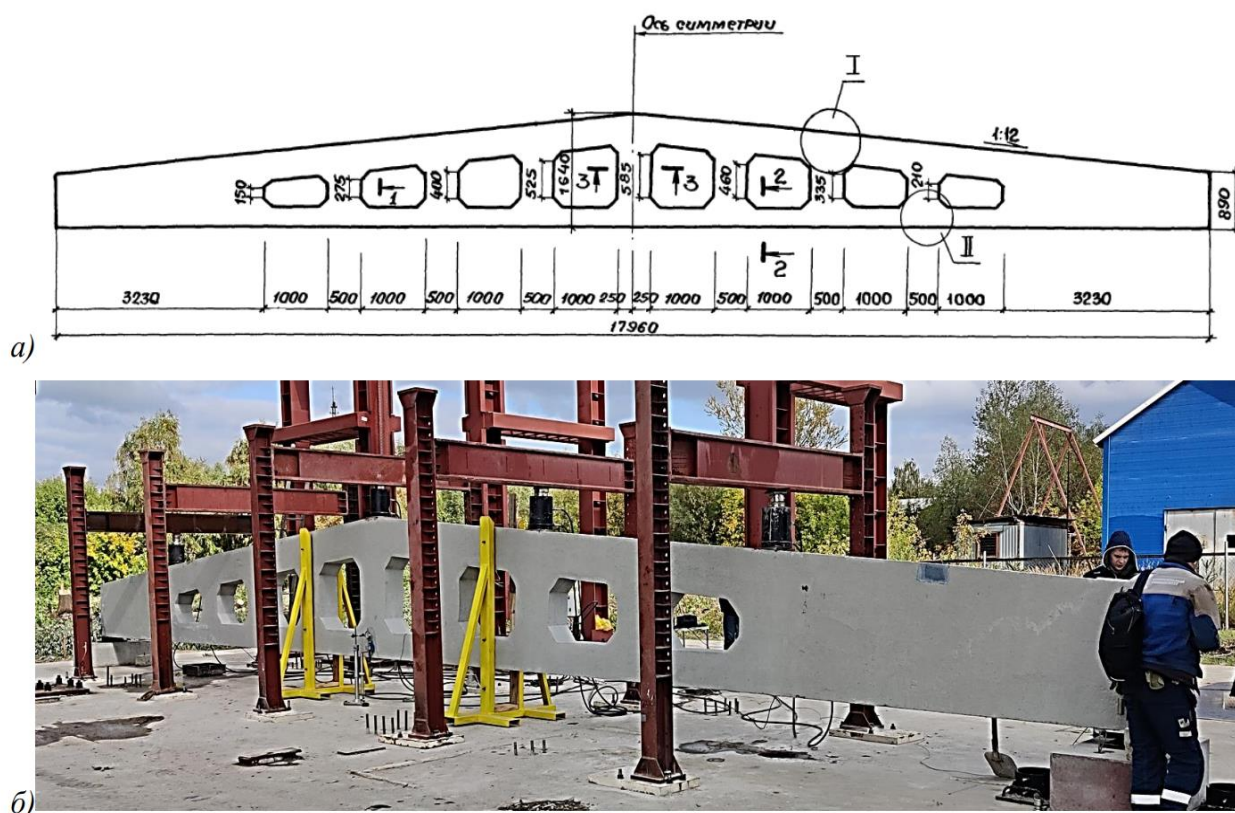


Рисунок 6.1. Стропильная балка ЗБДР18-5АШв-1
а) схема балки; б) общий вид балки

3. Дата изготовления изделия.

22.06.2016.

4. Условия хранения изделия до испытаний.

До испытаний образцы хранили на открытом складе завода-изготовителя.

5. Класс бетона по прочности на сжатие.

M400 (B32) (в соответствии с Серией 1.462.1-3/89).

6. Фактические прочностные характеристики бетона

Фактическую прочность бетона определяли по образцам, отобранным из конструкции после испытания в соответствии с ГОСТ 28570-2019. В результате испытания образцов цилиндров установлено, что фактическая прочность бетона (49.5 МПа) соответствует классу бетона по прочности на сжатие B40 (схема Г по ГОСТ 18105-2018).

Таблица 6.1.

Результаты определения прочности бетона

№	Дата испытания	h, мм	d, мм	m, г	ρ, кг/м³	P, кН	η1	α	R0, МПа
1	05.03.2022	69.4	64.4	528	2333	144.6	1.04	0.90	41.5
2		69.1	64.4	528	2351	164.7	1.04	0.90	47.4
3		72.3	64.4	546	2322	201.5	1.04	0.90	58.0
4		61.3	64.3	469	2362	177.7	1.00	0.90	49.3
5		71.1	64.4	529	2282	204.7	1.04	0.90	58.8
6		68.9	64.1	522	2351	157.7	1.04	0.90	45.8
7		72.3	64.3	551	2351	157.3	1.04	0.90	45.4
Среднее значение:									49.5
Среднее квадратичное отклонение									6.5
Коэффициент вариации, %									13.2

7. Характеристика армирования.

Армирование изделия выполнено в соответствии с Серией 1.462.1-3/89. Рабочее армирование выполнено из предварительно напряженных арматурных стержней (усилие предварительного натяжения каждого стержня 15.6 тс) А-IIIв диаметром 22 мм в количестве 9 шт. Параметры армирования представлены на рисунке 7.1.

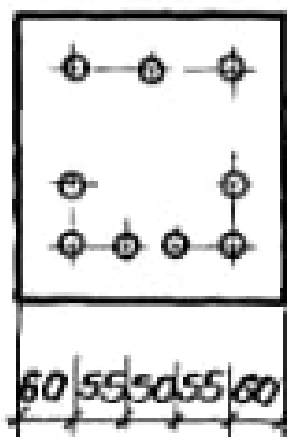


Рисунок 7.1. Параметры армирования нижнего пояса балки

В результате вскрытия армирования нижнего пояса одного из испытанных образцов параметры армирования подтвердились (рисунок 7.2).



Рисунок 7.2. Вскрытие арматурных стержней нижнего пояса балки

8. Предельная ширина раскрытия трещин, указанная в техническом задании.

0.25 мм на уровне расположения нижнего ряда стержней рабочего армирования.

9. Принятая схема испытаний.

Схема испытания на изгиб принята по Серии 1.462.1-3/89. Одна из опор балки шарнирно-подвижная, вторая - шарнирно-неподвижная. Внешняя нагрузка прикладывается в пяти точках, расположенных в местах установки закладных деталей для опор ребристых плит покрытия. Расчетная схема балки при испытании представлена на рисунке 9.1. Общий вид образцов в процессе нагружения представлен на рисунке 9.2.

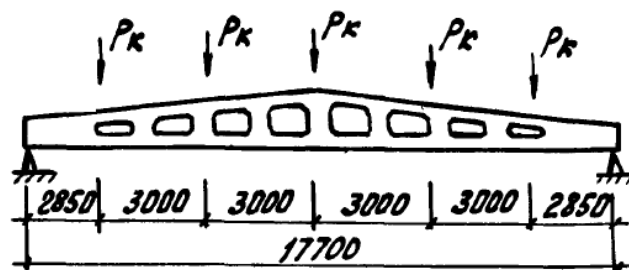


Рисунок 9.1. Расчетная схема проведения испытания на изгиб



Рисунок 9.2. Общий вид образцов в процессе проведения испытания
а) Образец №1; б) Образец №2

10. Масса изделий.

12.1 т

11. Контрольное значение нагрузок, указанных в проектной документации.

Согласно Технического задания Заказчика, Серии 1.462.1-3/89 и программы испытаний контрольная нагрузка по жесткости и трещиностойкости $P_{к. cont.1} = 123.5$ кН. При проверке по прочности в соответствии с Серией 1.462.1-3/89 (при армировании стержнями А-III) приняли коэффициент безопасности $C = 1.25$ ($P_{к. cont.2} = 193.1$ кН). При этом с учетом действующего на настоящий момент ГОСТ 8829-2018 коэффициент безопасности следует принимать $C = 1.3$, которому соответствует величина контрольной нагрузки $P_{к. cont.3} = 200.8$ кН.

В процессе испытания нагрузку прикладывали этапами с шагом около 20 кН в каждой точке. Выдержка на каждом этапе составляла около 10 мин. При достижении контрольных нагрузок выдержка составляла 30 минут.

12. Разрушающая нагрузка и характер разрушения изделия.

Образец №1.

Произвели нагружение образца до контрольной нагрузки ($P_{к. cont.3} = 200.8$ кН). После выдержки при переходе на следующий этап нагружения испытание было остановлено, т.к. прогиб в середине пролета превысил 200 мм (критерий окончания испытания в соответствии с Программой). При этом ширина раскрытия трещин в бетоне составляла 1.5-2.0 мм. Признаков разрушения бетона сжатой зоны не выявлено. Общий вид образца на момент окончания испытания представлен на рисунке 12.1.

Образец №2.

Произвели нагружение образца до контрольной нагрузки ($P_{к. cont.2} = 193.1$ кН). После выдержки при переходе на следующий этап нагружения испытание было остановлено, т.к. прогиб в середине пролета превысил 200 мм (критерий окончания испытания в соответствии с Программой). При этом ширина раскрытия трещин в бетоне составляла 1.3-1.7 мм. Признаков разрушения

бетона сжатой зоны не выявлено. Общий вид образца на момент окончания испытания представлен на рисунке 12.2.



Рисунок 12.1. Состояние Образца №1 на момент окончания испытания $P_{test.1} = 200.8$ кН
а) общий вид образца; б) трещинообразование в нижнем поясе

13. Параметры трещинообразования.

Образцы №1 и №2 имели идентичный характер трещинообразования. Первые трещины шириной раскрытия 0.05...0.1 мм были выявлены при достижении контрольной нагрузки по жёсткости и трещинообразованию ($P_{к. cont.1} = 123.5$ кН). Нормальные трещины располагались в нижнем поясе решетчатой балки в местах расположения проемов (рисунки 13.1-13.2). Трещины располагались с шагом 150...300 мм.

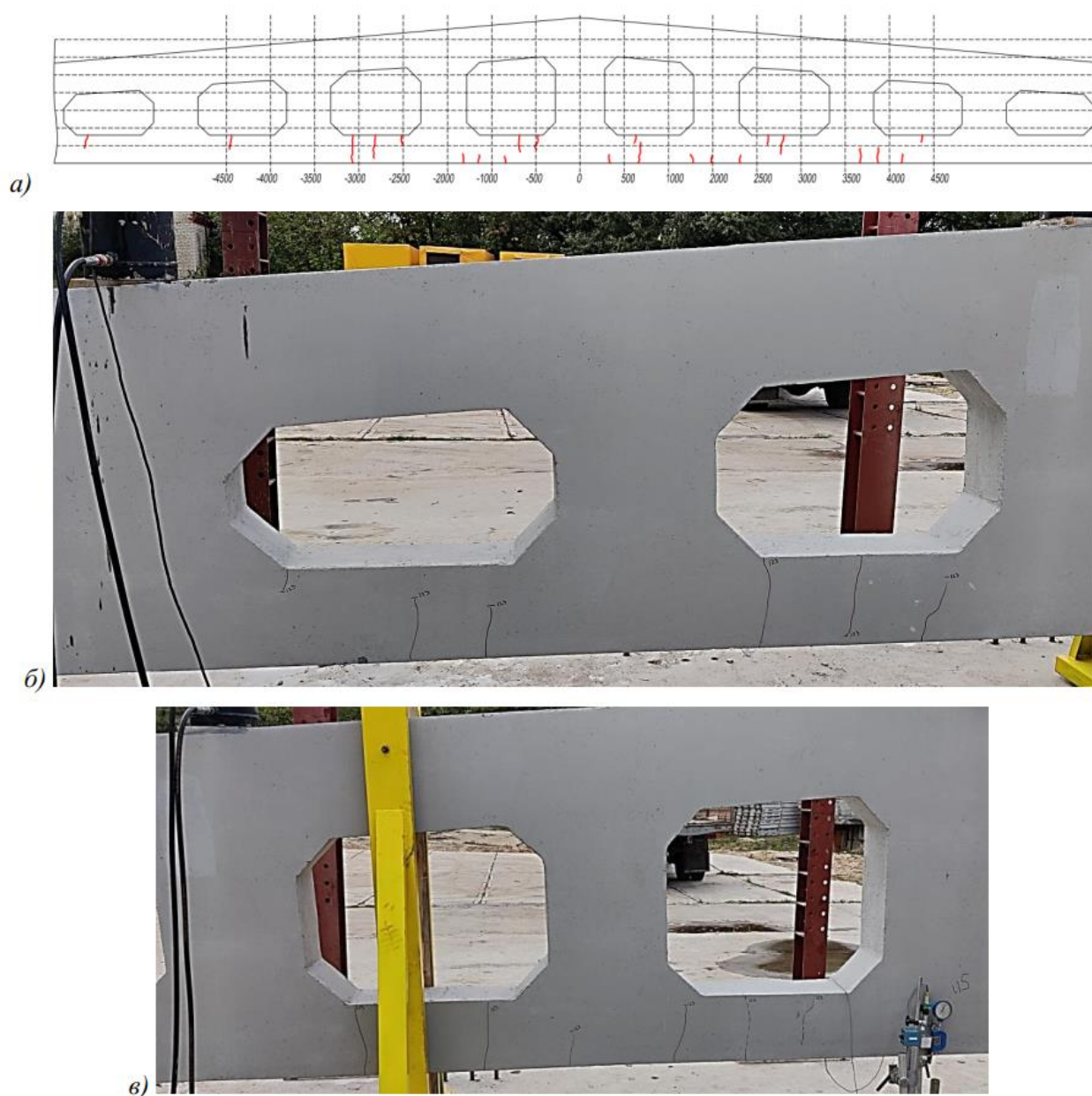


Рисунок 13.1. Характер трещинообразования Образца №1 при достижении контрольной нагрузки
 $P_{к. cont.1} = 123.5$ кН

а) схема расположения трещин; б) вид 1; в) вид 2

Горизонтальные пунктирные линии на схеме расположения трещин расположены с шагом 200 мм

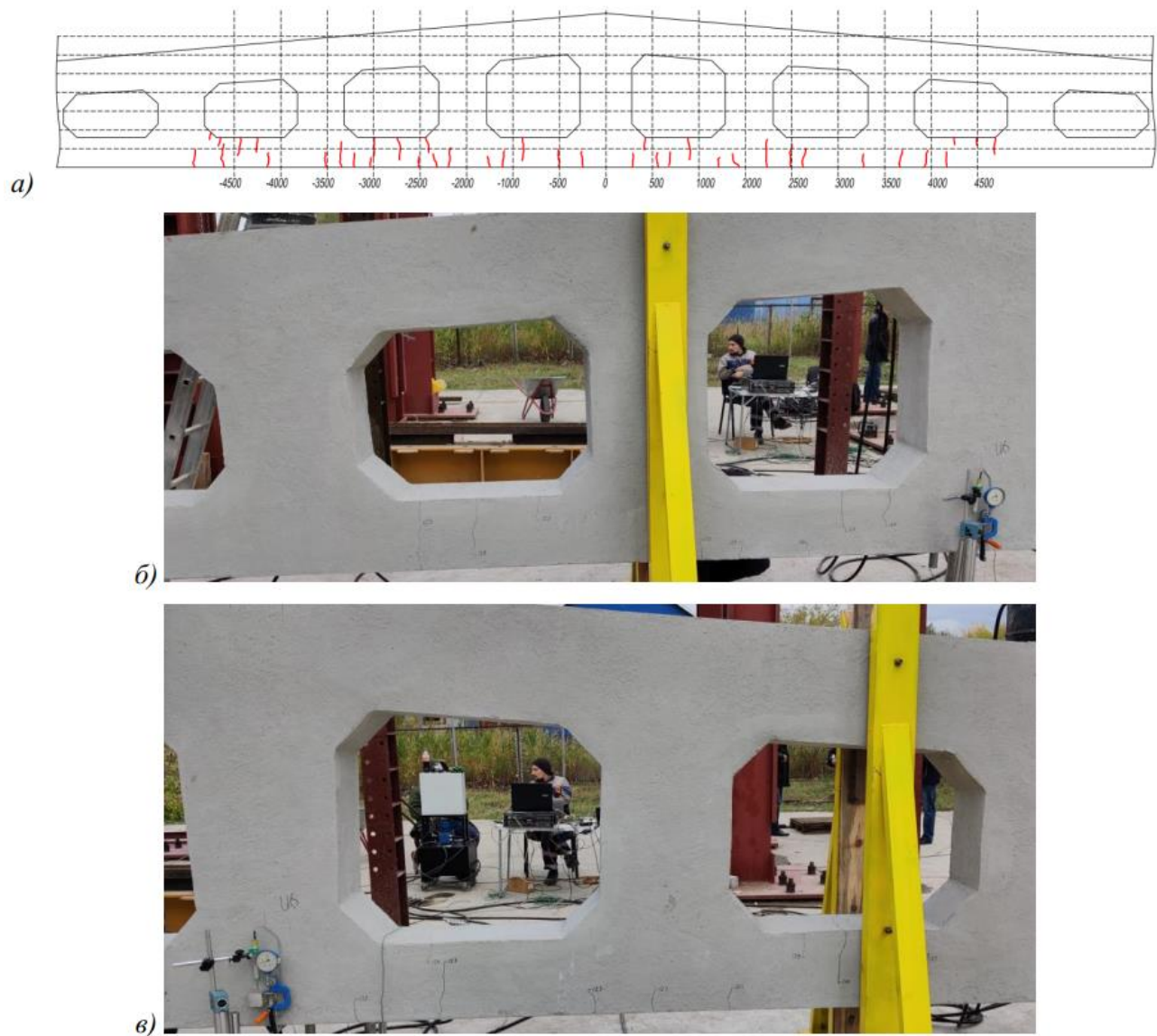


Рисунок 13.2. Характер трещинообразования Образца №2 при достижении контрольной нагрузки
 $P_{к. cont.1} = 123.5 \text{ кН}$

а) схема расположения трещин; б) вид 1; в) вид 2

Горизонтальные пунктирные линии на схеме расположения трещин расположены с шагом 200 мм

Дальнейшее увеличение нагрузки привело к развитию системы трещин. На рисунках 13.3-13.4 представлены схемы развития трещин до момента окончания испытания и фотофиксация параметров трещинообразования. На схемах вдоль трещин цифрами обозначена величина нагрузки (в кН), при которой данная трещина была выявлена.

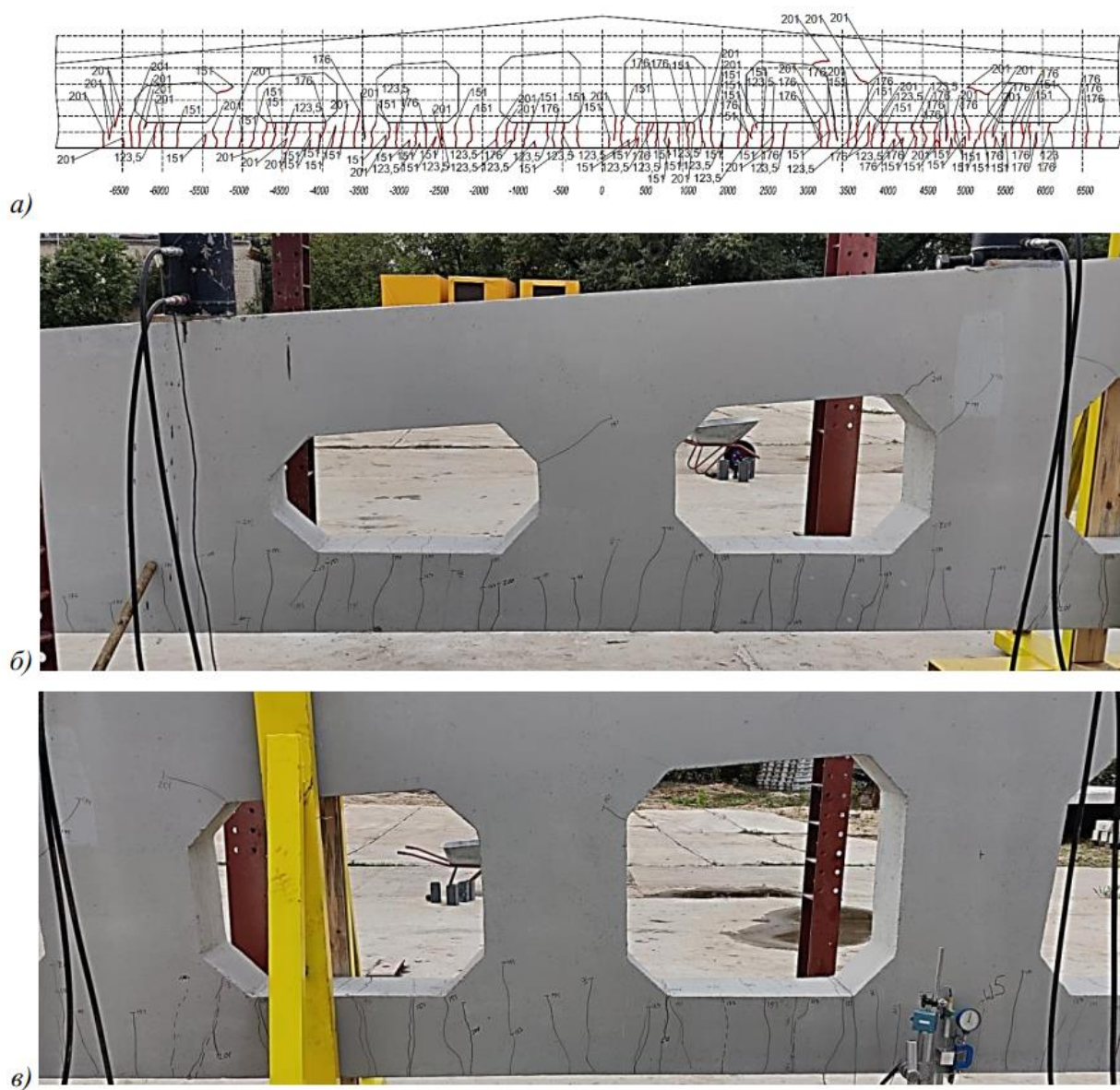


Рисунок 13.3. Характер трещинообразования Образца №1 на момент окончания испытания $P_{test,1} = 200.8 \text{ кН}$

а) схема расположения трещин; б) вид 1; в) вид 2

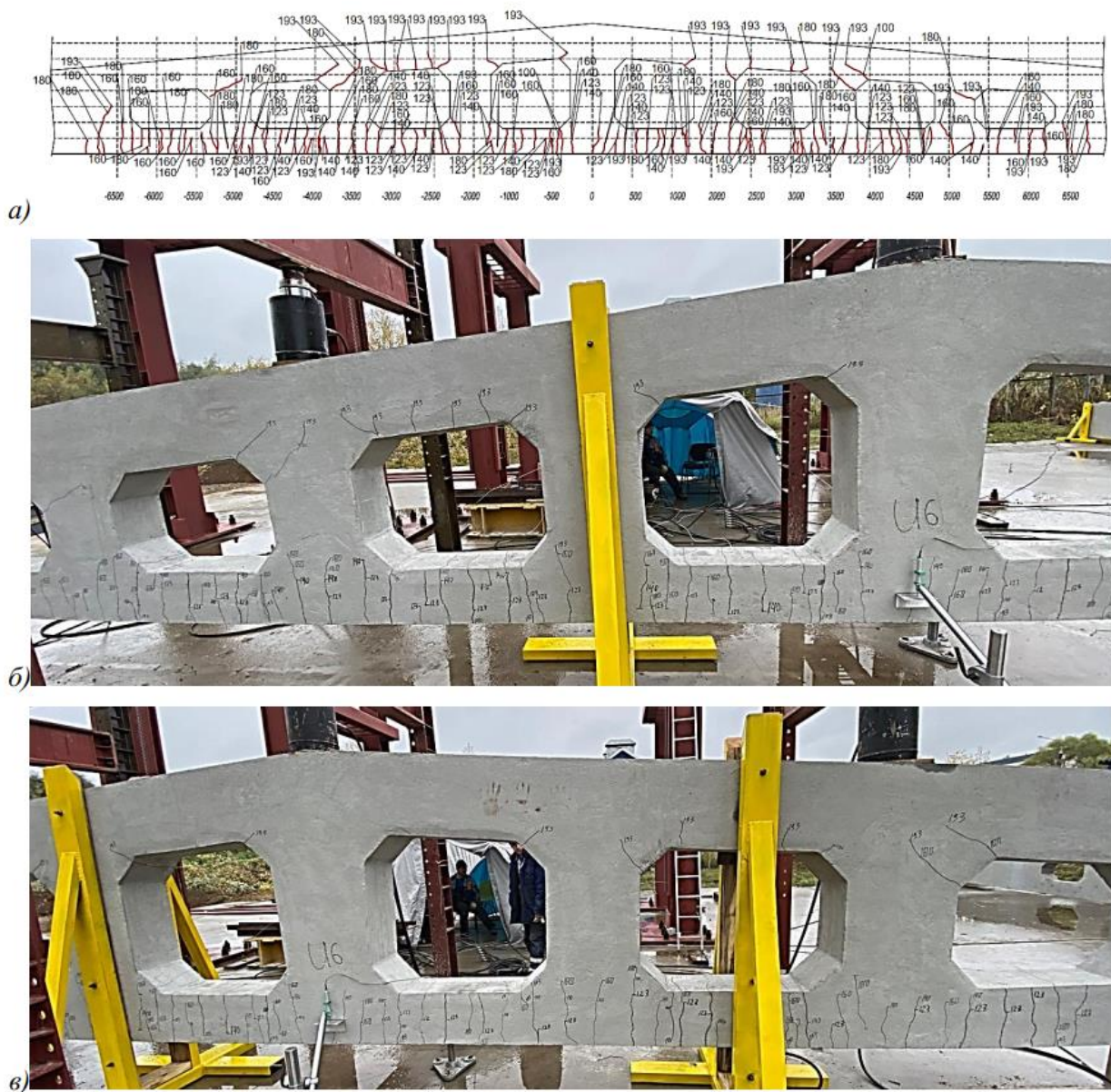


Рисунок 13.4. Характер трещинообразования Образца №2 на момент окончания испытания $P_{test,2} = 193.1$ кН

а) схема расположения трещин № б) вид 1; в) вид 2

Ширину раскрытия трещин определяли в уровне нижнего ряда арматурных стержней (50 мм от нижней грани) с использованием измерительного микроскопа типа МПБ-2 с 24-х кратным увеличением.

Зависимость ширины раскрытия выявленных трещин от величины нагрузки (P_k) представлены на рисунке 13.5.

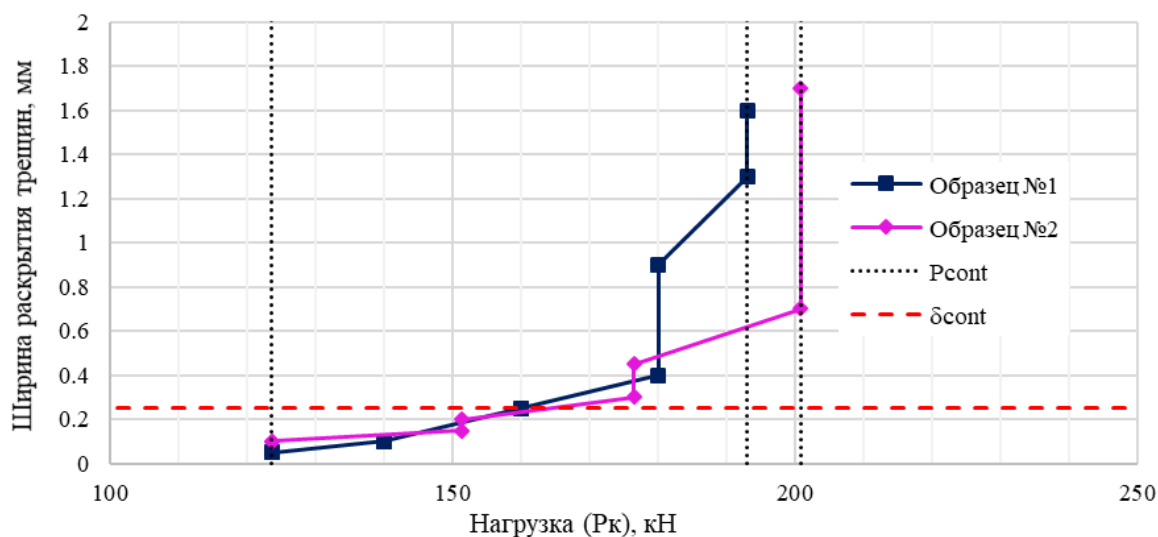


Рисунок 12.5. Зависимость ширины раскрытия трещин от величины нагрузки P_k (контрольная ширина раскрытия трещин 0.25 мм выявлена при нагрузке P_k более 160 кН)

Оценка результатов испытания по эксплуатационной пригодности (ширине раскрытия трещин).

Оценка соответствия испытанных балок требованиям по трещиностойкости представлены в таблице 13.1.

Таблица 13.1.

Результаты испытания

Величина контрольной нагрузки ($P_{k,cont.1}$), кН	Образец	Контрольная величина ширины раскрытия трещины, мм	Фактическая величина ширины раскрытия трещины, мм	Соответствие требованиям ГОСТ 8829-2018
123.5	№1	0.25	0.05	+
	№2		0.1	+

14. Прогиб при соответствующей контрольной нагрузке.

Прогиб определяли с использованием индикаторов перемещения, установленных в середине пролета и над опорами. Зависимости прогиба от величин нагрузок представлены на рисунке 14.1.

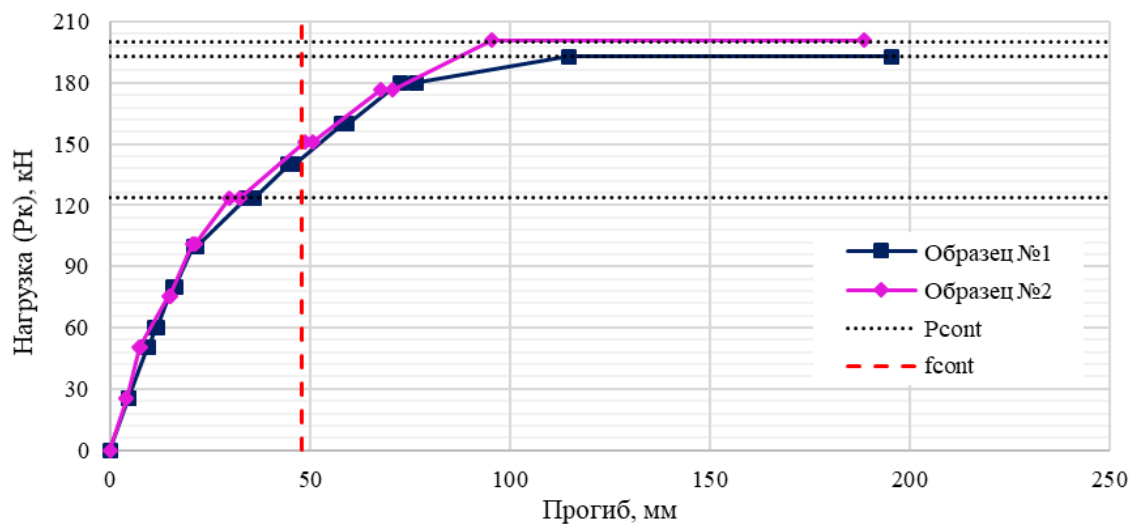


Рисунок 14.1. Зависимость прогиба от величины нагрузки
(контрольная величина прогиба 48 мм выявлена при величине нагрузки P_k около 150 кН)

Оценка результатов испытания по эксплуатационной пригодности (прогиб).

Оценка соответствия испытанных представлены в таблице 14.1.

Таблица 14.1

Результаты испытания

Величина контрольной нагрузки ($P_{k,cont.1}$), кН	Образец	Контрольная величина прогиба, мм	Фактическая величина прогиба, мм	Соответствие требованиям ГОСТ 8829-2018
123.5	№1	48	36.1	+
	№2		32.5	+

Выводы:

1. Фактический класс бетона по прочности на сжатие балок (В40) соответствует Серии 1.462.1-3/89.
2. Фактические характеристики рабочей преднапряженной арматуры (количество, марка, диаметр) соответствует Серии 1.462.1-3/89
3. Испытанные решетчатые балки соответствуют требованиям проектной

документации по несущей способности (см. таблицу 12.1). В результате испытаний средняя разрушающая нагрузка составила 196 кН. Разрушение происходило в результате достижения предельной величины прогиба (более 200 мм) и ширины раскрытия трещин более 1.5 мм.

4. Испытанные решетчатые балки соответствуют требованиям проектной документации по трещиностойкости (см. таблицу 13.1). В результате испытаний установлено, что при достижении контрольной нагрузки по эксплуатационной пригодности ширина раскрытия трещин не превышает 0.1 мм.

5. Испытанные решетчатые балки соответствуют требованиям проектной документации по жесткости (см. таблицу 14.1). В результате испытаний установлено, что при достижении контрольной нагрузки по эксплуатационной пригодности величина прогиба не превышает 37 мм.

ПЗ №7. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И ЗАЩИТА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВЕДЁННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ОБСЛЕДОВАНИЙ, МОНИТОРИНГА И ИСПЫТАНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ПОДГОТОВКА ПУБЛИКАЦИЙ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ НАУЧНОЙ ЭТИКИ

При подготовке публикаций по темам научных исследований в области обследования и испытания строительных конструкций необходимо придерживаться принятым международным сообществом принципов публикационной этики, отраженных, в частности, в рекомендациях Комитета по этике научных публикаций (Committee on Publication Ethics (COPE), «Подготовка и издание научного журнала. Международная практика по этике редактирования, рецензирования, издания и авторства научных публикаций: Сборник переводов / Сост. О.В. Кириллова. М.: Финансовый университет, 2013.140 с.), а также учитывает ценный опыт авторитетных международных журналов и издательств.

Во избежание недобросовестной практики в публикационной деятельности (плагиат, изложение недостоверных сведений и др.), в целях обеспечения высокого качества научных публикаций, признания общественностью полученных автором научных результатов, все участвующие в издательском процессе, обязаны соблюдать этические стандарты, нормы и правила и принимать все разумные меры для предотвращения их нарушений. Соблюдение правил этики научных публикаций всеми участниками этого процесса способствует обеспечению прав авторов на интеллектуальную собственность, повышению качества издания и исключению возможности неправомерного использования авторских материалов в интересах отдельных лиц.

Основные термины, используемые в рамках принципов научной этики:

Этика научных публикаций – это система норм профессионального поведения во взаимоотношениях авторов, рецензентов, редакторов, издателей и читателей в процессе создания, распространения и использования научных публикаций.

Автор – это лицо или группа лиц (коллектив авторов), участвующих в создании публикации результатов научного исследования.

Главный редактор – лицо, принимающее окончательные решения в отношении производства и выпуска журнала.

Издатель – юридическое или физическое лицо, осуществляющее выпуск в свет научной публикации.

Научная статья – законченное и опубликованное авторское произведение.

Плагиат – умышленное присвоение авторства чужого произведения науки или искусства, чужих идей или изобретений. Плагиат может быть нарушением авторско-правового законодательства и патентного законодательства и в качестве такового может повлечь за собой юридическую ответственность.

Редактор – представитель научного журнала или издательства, осуществляющий подготовку материалов для публикации, а также поддерживающий общение с авторами и читателями научных публикаций.

Редакционная коллегия – совещательный орган из группы авторитетных лиц, который оказывает главному редактору помощь в выборе, подготовке и оценке произведений для издания.

Рецензент – эксперт, действующий от имени научного журнала или издательства и проводящий научную экспертизу авторских материалов с целью определения возможности их публикации.

Рукопись – поданное для опубликования в редакцию авторское произведение, но не опубликованное.

Читатель – любое лицо, ознакомившееся с опубликованными материалами.

1. Принципы профессиональной этики в деятельности издателя.

В своей деятельности издатель несет ответственность за обнародование авторских произведений, что влечет необходимость следования следующим основополагающим принципам и процедурам:

1. Способствовать исполнению этических обязанностей редакцией, ре-

дакционно-издательской группой, редакционной коллегией, рецензентами и авторами в соответствии с данными требованиями.

2. Оказывать поддержку редакции журнала в рассмотрении претензий к этическим аспектам публикуемых материалов и помогать взаимодействовать с другими журналами и/или издателями, если это способствует исполнению обязанностей редакторов.

3. Обеспечивать конфиденциальность полученной от авторов публикации и любой информации до момента ее опубликования.

4. Осознавать, что деятельность журнала не является коммерческим проектом и не несет в себе цели извлечения прибыли.

5. Быть всегда готовым опубликовать исправления, разъяснения, опровержения и извинения, когда это необходимо

6. Предоставлять редакции журнала возможность исключения публикаций, содержащих плагиат и недостоверные данные.

7. Статья, в случае принятия к опубликованию, размещается в открытом доступе; авторские права сохраняются за авторами.

8. Размещать информацию о финансовой поддержке исследования, если автор такую информацию к статье приводит.

9. При обнаружении содержательных, грамматических, стилистических и иных ошибок редакция обязуется предпринимать все меры для их устранения.

10. Согласовывать с автором, вносимую в статью редакторскую корректуру.

11. Не задерживать выпуск журнала.

2. Этические принципы, которыми должен руководствоваться автор научной публикации.

Авторы (или коллектив авторов) при подаче материалов в научный журнал осознает, что несет первоначальную ответственность за новизну и достоверность результатов научного исследования, что предполагает соблюдение следующих принципов:

1. Авторы статьи должны предоставлять достоверные результаты проведенных исследований. Заведомо ошибочные или сфальсифицированные утверждения неприемлемы.

2. Авторы должны гарантировать, что результаты исследования, изложенные в предоставленной рукописи, полностью оригинальны. Заимствованные фрагменты или утверждения должны быть оформлены с обязательным указанием автора и первоисточника. Чрезмерные заимствования, а также плагиат в любых формах, включая неоформленные цитаты, перефразирование или присвоение прав на результаты чужих исследований, неэтичны и неприемлемы. Наличие заимствования без ссылки будет рассматриваться редакционной коллегией как плагиат.

3. Авторы должны приводить в рукописи только подлинные факты и сведения; приводить достаточное количество информации для проверки и повторения экспериментов другими исследователями; не использовать информации, полученной в частном порядке, без открытого письменного разрешения; не допускать фабрикаций и фальсификации данных.

4. Не допускать дублирования публикаций (в сопроводительном письме автор должен указать, что работа публикуется впервые). Если отдельные элементы рукописи были ранее опубликованы, автор обязан сослаться на более раннюю работу и указать отличия новой работы от предыдущей.

5. Авторы не должны предоставлять в журнал рукопись, которая была отправлена в другой журнал и находится на рассмотрении, а также статью, уже опубликованную в другом журнале.

6. Необходимо признавать вклад всех лиц, так или иначе повлиявших на ход исследования, в частности, в статье должны быть представлены ссылки на работы, которые имели значение при проведении исследования.

7. Авторы должны соблюдать этические нормы, выступая с критикой или замечаниями в отношении исследований третьих лиц.

8. Соавторами статьи должны быть указаны все лица, внесшие суще-

ственный вклад в проведение исследования. Среди соавторов недопустимо указывать лиц, не участвовавших в исследовании.

9. Авторы должны с уважением относиться к работе редколлегии и рецензентов и устранять указанные недостатки или аргументированно их пояснить.

10. Авторы должны представлять и оформлять рукопись согласно принятым в журнале правилам.

11. Если автор обнаружит существенные ошибки или неточности в статье на этапе ее рассмотрения или после ее опубликования, он должен незамедлительно уведомить об этом редакцию журнала;

12. Авторы должны предоставить редакционной коллегии или издателю доказательства правильности исходной статьи или исправить существенные ошибки, если о них редакционной коллегии или издателю стало известно от третьих лиц.

3. Этические принципы в деятельности рецензента

Рецензент осуществляет научную экспертизу авторских материалов, вследствие чего его действия должны носить непредвзятый характер, заключающийся в выполнении следующих принципов:

1. Рукопись, полученная для рецензирования, должна рассматриваться как конфиденциальный документ, который нельзя передавать для ознакомления или обсуждения третьим лицам, не имеющим на то полномочий от редакции.

2. Рецензенты обязаны знать о том, что направленные им рукописи являются интеллектуальной собственностью авторов и относятся к сведениям, не подлежащим разглашению. Нарушение конфиденциальности возможно только в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в статье;

3. Рецензент должен обращать внимание главного редактора на существенное или частичное сходство оцениваемой рукописи с какой-либо иной работой, а также факты отсутствия ссылок на положения, выводы или аргументы,

ранее опубликованные в других работах этого или других авторов.

4. Рецензент должен отметить соответствующие опубликованные работы, которые не процитированы (в статье).

5. Рецензент обязан давать объективную и аргументированную оценку изложенным результатам исследования и четко обоснованные рекомендации. Персональная критика автора неприемлема.

6. Замечания и пожелания рецензента должны быть объективными и принципиальными, направленными на повышение научного уровня рукописи.

7. Рецензент должен выносить решения на основании конкретных фактов и приводить доказательства своего решения.

8. Рецензентам не разрешается снимать копии с рукописей для своих нужд.

9. Рецензенты не имеют права использовать в своих интересах знание о содержании работы до ее опубликования.

10. Рецензент, который не обладает, по его мнению, достаточной квалификацией для оценки рукописи, либо не может быть объективным, например, в случае конфликта интересов с автором или организацией, должен сообщить об этом редактору с просьбой исключить его из процесса рецензирования данной рукописи;

11. Отзыв на статью конфиденциален. ФИО Рецензента знают ответственный секретарь и главный редактор журнала. Данная информация не разглашается.

4. Принципы профессиональной этики в деятельности главного редактора.

В своей деятельности главный редактор несет ответственность за обнаружение авторских произведений, что накладывает необходимость следования следующим основополагающим принципам:

1. При принятии решения о публикации главный редактор научного журнала руководствуется достоверностью представления данных и научной значи-

мостью рассматриваемой работы.

2. Главный редактор должен оценивать интеллектуальное содержание рукописей вне зависимости от расы, пола, сексуальной ориентации, религиозных взглядов, происхождения, гражданства, социального положения или политических предпочтений авторов.

3. Неопубликованные данные, полученные из представленных к рассмотрению рукописей, не должны использоваться для личных целей или передаваться третьим лицам без письменного согласия автора. Информация или идеи, полученные в ходе редактирования и связанные с возможными преимуществами, должны сохраняться конфиденциальными, и не использоваться с целью получения личной выгоды.

4. Главный редактор не должен допускать к публикации информацию, если имеется достаточно оснований полагать, что она является плагиатом.

Во избежание случаев нарушения публикационной этики следует исключить конфликт интересов всех сторон, участвующих в процессе опубликования рукописи. Конфликт интересов возникает в том случае, если у автора, рецензента или члена редколлегии имеются финансовые, научные или личные взаимоотношения, которые могут повлиять на их действия. Такие взаимоотношения называют двойственными обязательствами, конкурирующими интересами или конкурирующими лояльностями.

При возникновении ситуации, связанной с нарушением публикационной этики со стороны редактора, автора или рецензента, требуется обязательное расследование. Это распространяется как на опубликованные, так и неопубликованные материалы. Редакционная коллегия обязана потребовать разъяснения, без привлечения лиц, которые могут иметь конфликт интересов с одной из сторон.