Научно-исследовательский
институт строительных
конструкций
Госстроя СССР
(НИИСК)

Научно-исследовательский
институт бетона
и железобетона
Госстроя СССР
(НИИЖБ)

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ИСПЫТАНИЯМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Москва — 1970

gost.e-ecolog.ru

Научно-исследовательский
институт строительных
конструкций
Госстроя СССР
(НИИСК)

Научно-исследовательский
институт бетона
и железобетона
Госстроя СССР
(НИИЖБ)

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ИСПЫТАНИЯМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
Москва—1970

УДК 691.328.2—413:620.17

«Инструкция по испытаниям железобетонных стеновых панелей промышленных зданий» составлена в развитие ГОСТ 8829—66 «Изделия железобетонные сборные. Методы испытаний и оценки прочности, жесткости и трещиностойкости» и взамен изданной в 1964 г. «Методики механических испытаний стеновых панелей промышленных зданий».

В Инструкции приводятся основные методы испытаний опытных панелей и панелей массового производства. Описаны оборудования и приспособления, приведены схемы приложения нагрузок и порядок проведения испытаний, а также оценка качества панелей по результатам испытаний.

В Инструкции приведены методы испытания (прочности, жесткости и трещиностойкости) железобетонных стеновых панелей промышленных зданий.

Инструкция разработана лабораторией стеновых панельных конструкций промышленных зданий НИИСК Госстроя СССР (канд. техн. наук В. Г. Леличенко, инженеры Н. С. Дмитрук, А. Д. Изварин) совместно с лабораторией конструкций из легких бетонов НИИЖБ (кандидаты техн. наук Н. А. Корнев, А. А. Евдокимов, А. А. Кудрявцев) и лабораторией конструкций из ячеистых бетонов НИИЖБ (канд. техн. наук В. В. Макаричев) при участии ЦНИИПромзданий (инженеры А. С. Добромыслов, Ю. М. Солюс), Днепропетровского филиала НИИСП Госстроя УССР (канд. техн. наук М. И. Савин, инж. И. Ф. Пинеев), Уральского Промстройниипроекта (инженеры Е. Н. Добрынин, В. В. Анищенко). Инструкция составлена под общей редакцией кандидата техн. наук В. Г. Леличенко.

Инструкция предназначена для инженерно-технических работников заводов железобетонных изделий, научно-исследовательских и проектных институтов, а также для строительных организаций.

3-2-4

План II кв. 1969 г., № 22

ПРЕДИСЛОВИЕ

В связи с развитием производства и широким применением в промышленном строительстве стеновых панелей длиной 6, 9 и 12 *м* приобретают большое значение унификации методов испытания панелей и контроля качества их выпуска.

Настоящая Инструкция составлена в развитие ГОСТ 8829—66 «Изделия железобетонные сборные. Методы испытаний и оценки прочности, жесткости и трещиностойкости» и взамен изданной в 1964 г. «Методики механических испытаний стеновых панелей промышленных зданий».

В Инструкции приводятся основные методы испытаний навесных стеновых панелей промышленных зданий и отражены специфические требования, которые надлежит учитывать при испытании как опытных панелей (пп. 1.2, а; 2.1; 6.2; 7.4; 7.6; 8.9), так и панелей заводского изготовления (пп. 1.2, б; 2.2; 2.3; 2.5; 6.4; 7.7).

Описаны оборудование и приспособления, методы испытаний и оценка качества панелей по результатам испытания статической нагрузкой. Для более точной оценки степени влияния косого изгиба на прочность и деформативность панели даются указания по определению начального прогиба опытных панелей в вертикальной плоскости от действия собственного веса.

В связи с большей, чем для обычных конструкций, сложностью испытаний стеновых панелей промышленных зданий требуется более подробное описание действительной работы как панели в целом, так и отдельных ее элементов. В приложении к Инструкции дается описание работы стеновых панелей в зависимости от конструктивных решений, способов опирания панелей и их места расположения в стеновом ограждении.

При составлении Инструкции был использован ГОСТ 8829—66, а также опыт испытаний стеновых панелей жилых, гражданских и промышленных зданий, проведенных в ЦНИИСК, НИИСК, НИИЖБ, Днепропетровском филиале НИИСП Госстроя УССР, Уральском Промстройниипроекте и др.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящая Инструкция распространяется на стеновые панели промышленных зданий с предварительно напрягаемой или ненапрягаемой арматурой из тяжелого, легкого и ячеистого бетона и устанавливает методы механических испытаний стеновых панелей.

1.2. Инструкция применяется:

а) при определении прочности, жесткости и трещиностойкости новых видов опытных панелей, испытываемых, как правило, в научно-исследовательских институтах и лабораториях;

б) при проверке прочности, жесткости и трещиностойкости панелей, изготовляемых и испытываемых на предприятиях или в научно-исследовательских институтах и лабораториях, типы которых приняты для массового строительства и установлены ГОСТами, техническими условиями, типовыми проектами зданий и т. д.

Примечание. Настоящая Инструкция не распространяется на испытание прочности сцепления отдельных слоев многослойных панелей.

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Для испытания опытных панелей изготовляется не менее трех панелей.

2.2. При серийном выпуске панелей в соответствии с ГОСТ 8829—66 отбирается для испытания не менее двух панелей перед началом массового изготовления, а также при изменении конструкции панелей, технологии их изготовления и применяемых материалов.

Размер партии панелей устанавливается ГОСТами или техническими условиями на данный вид продукции.

2.3. Отбор панелей для испытания должен производиться на основе результатов пооперационного контроля. При этом для испытания выбирают панели более низкого качества (прошедших проверку ОТК), чем остальные панели партии. Результат отбора фиксируется в акте с приложением к нему подробных данных об изготовленных панелях (геометрические размеры, характеристики арматуры и бетона, конструкции арматурных каркасов и т. д.). Испытание отобранных панелей должно быть проведено до отправки партии на монтаж.

2.4. Испытание панелей производится по программе, содержащей:

а) чертежи конструкции панелей, характеристики материалов, предусмотренных проектом и принятых при

изготовлении панелей, способ изготовления, термообработки и т. д.;

б) схемы испытания панелей, расположение приборов, чертежи установки для испытаний и предохранительных устройств для обеспечения безопасной работы и способ приложения нагрузок.

2.5. Испытания панелей, изготовленных в заводских условиях при серийном производстве, можно не производить при условии выполнения требований, изложенных в пп. 1.5—1.8 ГОСТ 8829—66, если технологический процесс их изготовления отработан и обеспечивает соблюдение всех требований соответствующих стандартов, рабочих чертежей панели, а также ГОСТ 11690—66, ГОСТ 13015—67, ГОСТ 13578—68.

3. НАГРУЗКИ И СХЕМЫ ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ

3.1. Величины нагрузок (нормативные, расчетные и контрольные), а также схемы опирания и загружения панелей должны быть приведены в рабочих чертежах панелей как опытных, так и массового производства.

В тех случаях когда схема загружения не указана в рабочих чертежах, она должна быть получена от организации, проектировавшей конструкцию.

3.2. Величины контрольных нагрузок при испытании панелей на прочность, жесткость и трещиностойкость, а также величины контрольных прогибов, момент появления трещин или ширина их раскрытия устанавливаются в соответствии с ГОСТ 8829—66, а также настоящей Инструкцией и указаниями в рабочих чертежах панелей.

3.3. Величина суммарной контрольной нагрузки, включающая собственный вес панели, при испытании панели на прочность при изгибе, смятии опорных частей, выдергивании закладных деталей определяется по формуле

$$P_{\text{контр}} = C P_{\text{расч}},$$

где $P_{\text{расч}}$ — нагрузка, вызывающая максимальные усилия в панели, в *кгс;*

C — коэффициент, величина которого определяется по таблице, в зависимости от возможного характера разрушения.

3.4. При испытании на жесткость величина контрольной нагрузки принимается равной нормативной нагрузке. При испытании предварительно напряженных панелей III категории трещиностойкости, проводимом ранее

чем через 100 суток после их изготовления, проверку жесткости следует производить при суммарной контрольной нагрузке, увеличенной против нормативной путем

Величина коэффициента C для определения контрольной нагрузки на панель

№ п. п.	Панель	Причины разрушения	Коэффициент
1	Из тяжелого и легкого бетона с пористыми заполнителями на цементном вяжущем и из ячеистого бетона	Текучесть продольной растянутой арматуры Раздробление бетона сжатой зоны с текучестью продольной растянутой арматуры	1,4
		Разрыв продольной арматуры	1,6
2	Из тяжелого и легкого бетона с пористым заполнителем	Раздробление бетона сжатой зоны или разрушение по косым трещинам до достижения текучести продольной растянутой арматуры Выдергивание арматуры и раскол бетона торцов Смятие опорных частей	1,6
3	Из ячеистого бетона	То же	1,8

умножения на коэффициент, равный отношению нагрузок, вызывающих появление трещин на день испытания и после проявления всех потерь, но не свыше чем 1,25 нормативной нагрузки.

3.5. Для предварительно напряженных стеновых панелей, в которых не допускаются трещины в стадии эксплуатации, контрольная нагрузка по образованию трещин принимается равной 1,05 нормативной, и умножается на коэффициент $K_п$, который определяется по следующей формуле:

$$K_п = \frac{N_1}{N_2},$$

где N_1 — усилие при появлении трещин с учетом потерь, проявившихся на день испытания, в *кгс;*

N_2 — усилие при появлении трещин, подсчитанное с учетом всех потерь, в *кгс.* При испытании

предварительно напряженных стеновых панелей в возрасте более 100 суток $K_п=1$.

Значения потерь предварительного напряжения от усадки и ползучести бетона к моменту испытания принимаются по п. 5.12 главы СНиП II-В.1-62 и п. 2, 3.6 ГОСТ 8829—66.

3.6. Для стеновых панелей, в которых допускается появление трещин в стадии эксплуатации (стеновые панели с обычным армированием или предварительно напряженные III категории трещиностойкости), контролируется ширина раскрытия трещин при нормативной нагрузке.

При проверке ширины раскрытия трещин в предварительно напряженных панелях необходимо учитывать коэффициент $K_п$, при этом нагрузка с учетом указанного коэффициента не должна превышать 1,25 нормативной.

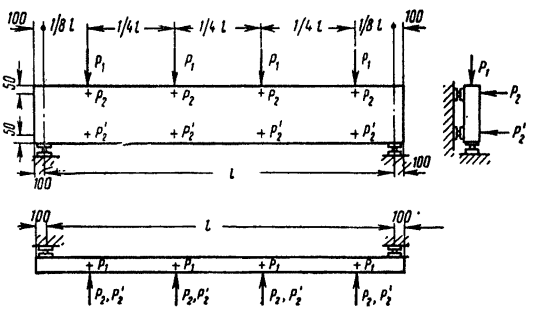

Рис. 1. Схема приложения нагрузок при испытании стеновых панелей

3.7. Испытания стеновых панелей при действии вертикальных и горизонтальных нагрузок следует производить по схеме, приведенной на рис. 1.

Примечания. 1. В целях унификации испытаний схема приложения нагрузок принимается одинаковой как для рядовых так и для перемычечных панелей при соответствующих величинах нагрузок.

2. При испытании панели симметрично приложенной горизонтальной нагрузкой $P'_2=P_2$.

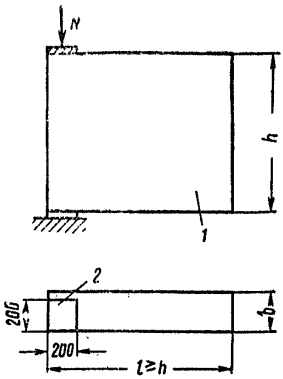

Рис. 2. Схема приложения нагрузки при испытании опорных частей панели
1 — панель; *2* — металлическая пластина; *h* — высота панели; *b* — толщина панели

3.8. Испытания опорных участков панели на смятие производятся по схеме, приведенной на рис. 2.

3.9. В случае одностороннего примыкания оконных проемов или двустороннего, но различной высоты, испытания перемычечных панелей следует проводить при несимметричном приложении горизонтальной нагрузки.

4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ

4.1. Испытания панелей проводятся на испытательном стенде, конструкция которого позволяет испытывать панель на действие вертикальной и горизонтальной нагрузки согласно требованиям ГОСТов и настоящей Инструкции.

4.2. Конструкция стенда должна обеспечивать возможность свободного перемещения панели как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении и испытания опытных панелей периодически повторяющейся нагрузкой.

Примерный вариант стенда и детали к нему приведены на рис. 3 и 4.

Горизонтальные усилия на панель могут передаваться двумя домкратами, для чего вместо одной опорной стойки устанавливаются две согласно схеме приложения нагрузок.

Горизонтальные траверсы должны иметь возможность передвигаться по вертикали, что обеспечивает приложение горизонтальной нагрузки на панель в любом месте по высоте панели в зависимости от принятой схемы испытания.

При испытании панелей в заводских условиях, когда не прикладывается периодически повторяющаяся нагрузка, горизонтальные усилия могут также передавать-

ся с помощью перекинутых через блоки гибких тросов, на концах которых подвешиваются люльки с грузом (рис. 5).

4.3. Гидравлические домкраты должны быть выбраны таким образом, чтобы обеспечивались условия, необходимые для испытания конструкции как в части вели-

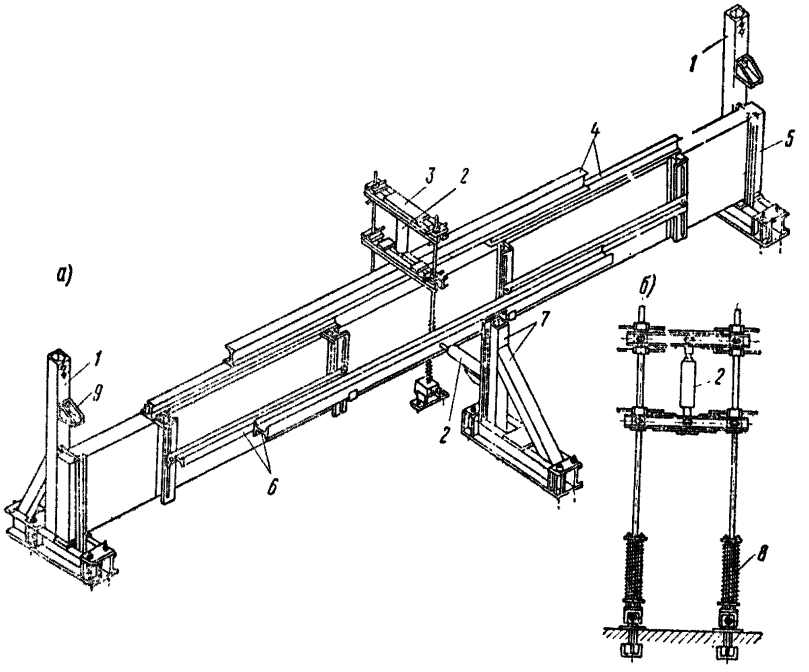

Рис. 3. Стенд для испытания панелей

а — общий вид стенда; *б* — устройство для передачи вертикальных нагрузок; *1* — колонна; *2* — гидродомкрат; *3* — устройство для передачи вертикальных нагрузок; *4* — траверсы для передачи вертикальных усилий; *5* — панель; *6* — траверсы для передачи горизонтальных усилий; *7* — упор домкрата; *8* — устройство, обеспечивающее свободное перемещение панели в горизонтальной плоскости; *9* — консоль

чины разрушающей нагрузки, так и величины прогибов, ожидаемых при разрушении.

4.4. Домкраты, применяемые для испытания панелей, должны быть предварительно протарированы совместно со своей гидросистемой.

4.5. Опирание панели должно осуществляться согласно расчетной схеме. Конструкция опор панели при испытании ее на изгиб, приведена на рис. 6.

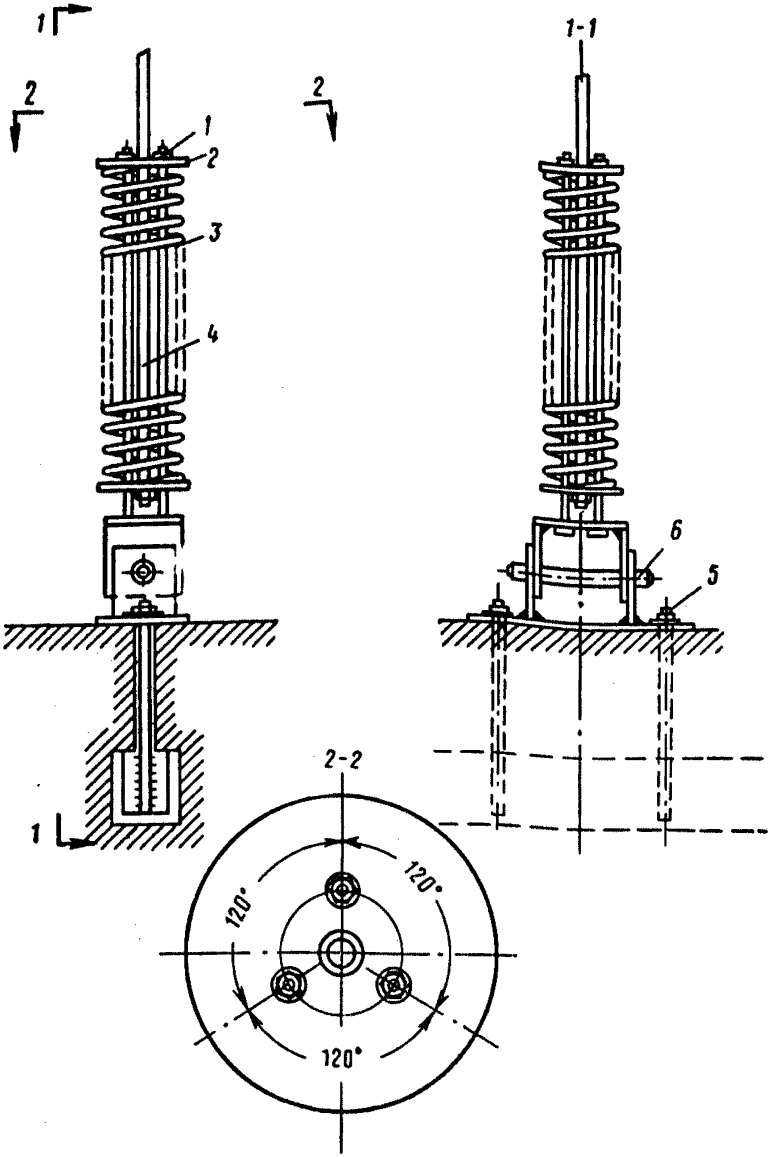

Рис. 4. Детали крепления вертикальных тяг испытательного стенда к силовому полу

1 — болт с гайкой; *2* — упорная шайба; *3* — пружина; *4* — тяга; *5* — анкерный болт; *6* — стержень шарнира

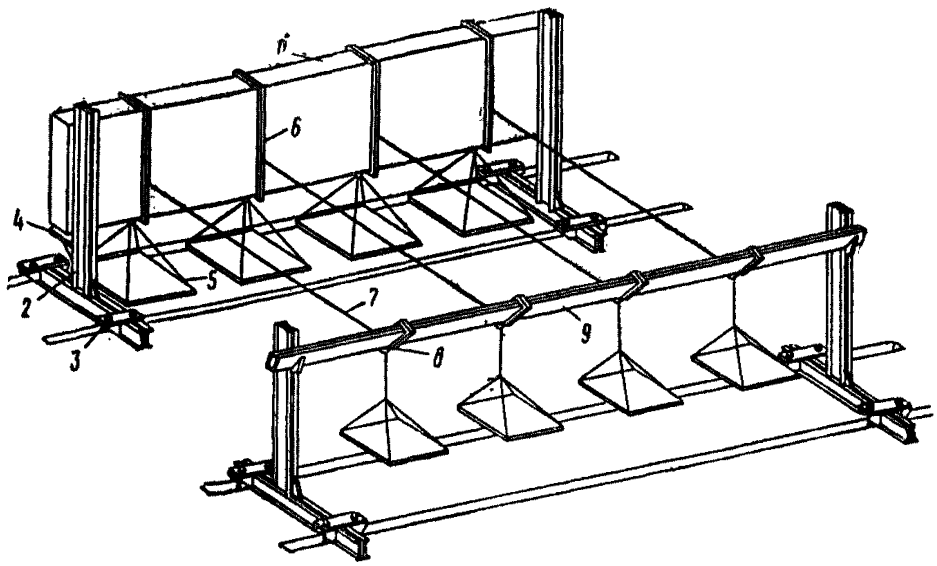

Рис. 5. Стенд для испытания панелей в вертикальном положении штучными грузами

1 — испытываемая панель; *2* — стойка; *3* — анкерный болт; *4* — опорный столик; *5* — грузовая платформа; *6* — хомут; *7* — трос; *8* — блок; *9* — ригель

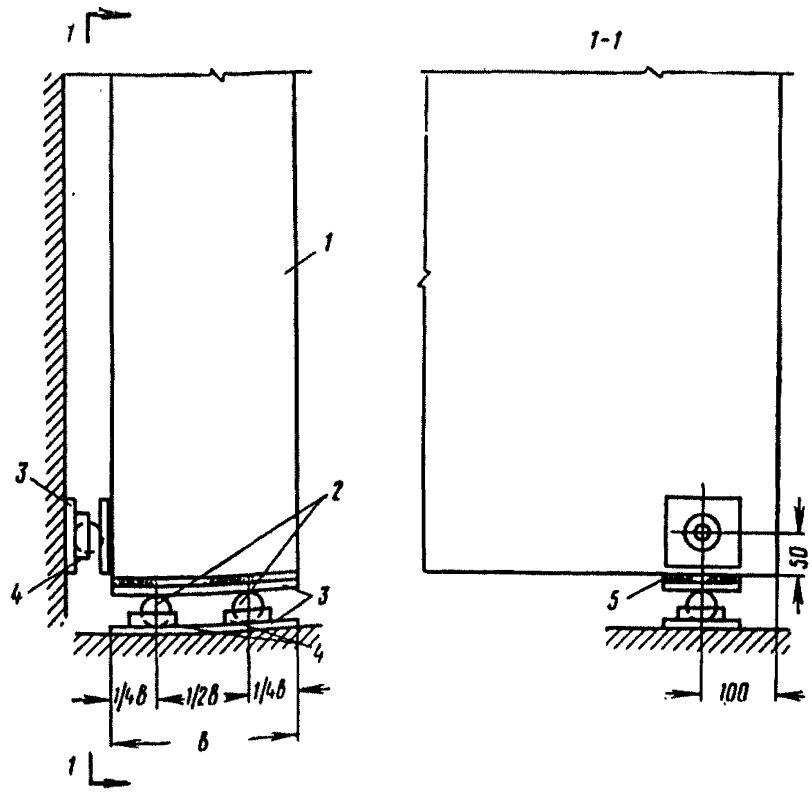

Рис. 6. Конструкция опор панели при испытании ее на изгиб

1 — панель; *2* — шары; *3* — металлические пластины; *4* — ограничители; *5* — раствор

Примечание. Один из четырех опорных шаров, воспринимающих вертикальную нагрузку, должен привариваться к нижней пластине.

4.6. Испытание опорных частей панели на смятие может производиться на том же стенде при помощи домкрата, для упора которого на колонне стенда должна быть консоль (рис. 3).

4.7. Испытание на прочность заанкеривания металлических деталей крепления панелей к колоннам производится при помощи рычажных приспособлений (рис. 7).

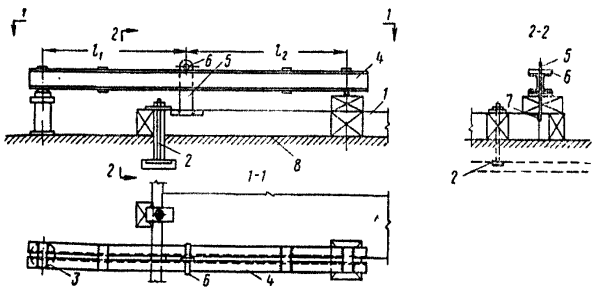

Рис. 7. Схема устройства для проверки прочности заанкеривания закладных деталей

1 — панель; *2* — анкер; *3* — домкрат; *4* — траверса; *5* — тяга; *6* — шплинт; *7* — закладная деталь; *8* — силовой пол

Отрывающее усилие N_0 определяется по формуле

$$N_0 = N_д \frac{l_1 + l_2}{l_2},$$

где $N_д$ — усилие, развиваемое домкратом, в *кгс;*

l_1 — пролет между осями поршня домкрата и тяги в *м;*

l_2 — пролет между осями тяги и опоры траверсы в *м.*

5. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЯМ

5.1. До начала испытания определяются теоретические значения величин прогибов и соответствующих им нагрузок в момент появления трещин, ширина раскрытия трещин (III категории трещиностойкости), а также усилий и нагрузок в момент разрушения на основе нормативных сопротивлений материалов, применяемых для изготовления конструкций, ее фактических размеров и величины предварительного напряжения арматуры.

5.2. При подсчете нагрузок необходимо учитывать вес оборудования, опирающегося на панель.

5.3. Перед испытанием производят обмер панели, зарисовывают и замеряют все замеченные дефекты (трещины, раковины, околы бетона и т. д.).

5.4. Установленная для испытания панель должна быть побелена жидким раствором извести или мела.

5.5. На поверхности панели размечаются места приложения вертикальной и горизонтальной нагрузки, установки приборов, а при необходимости заделываются в бетон приспособления для крепления приборов.

5.6. Перед испытанием панелей должны быть уточнены физико-механические свойства материалов, применяемых для изготовления панелей.

Для этого одновременно с изготовлением панелей изготовляется не менее трех серий контрольных кубиков по три куба в каждой серии размером: из тяжелого бетона 20×20×20 *см*, из легкого бетона 15×15×15 *см*. Бетон в кубах должен уплотняться тем же методом и твердеть в тех же условиях, что и бетон в панелях. Одна серия кубов испытывается после термообработки, вторая — непосредственно перед испытанием опытных панелей, третья — на 28-й день после их изготовления (ГОСТ 10180—67 «Бетон тяжелый. Методы определения прочности», ГОСТ 11050—64 «Бетон легкий на пористых заполнителях. Методы определения прочности и объемного веса», ГОСТ 12852—67 «Бетон ячеистый. Методы испытаний»). Кроме того, прочность бетона панели целесообразно определять на выпиленных из панели кубах с ребром 10—15 *см* или высверленных цилиндрах диаметром 10 *см*.

5.7. Испытание разрешается производить только при положительной температуре воздуха. Панели, хранившиеся до испытания на морозе, разрешается испытывать после того, как они будут иметь температуру воздуха помещения.

6. УСТАНОВКА ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ

6.1. Схема расположения и количество приборов определяются в соответствии с целью проводимых испытаний и конструктивной особенностью испытываемой стеновой панели.

6.2. Примерная схема расположения приборов при испытании опытных панелей приведена на рис. 8.

Измерение прогибов при испытании опытной панели в горизонтальной плоскости производится прогибомерами, установленными через $^1/_4\ l$ и $^1/_2\ l$, а в вертикальной плоскости через $^1/_2\ l$ по длине панели. Уточнение схемы расположения приборов может производиться согласно п. 6.1.

6.3. Деформации арматуры и бетона замеряются с помощью тензодатчиков или тензометров.

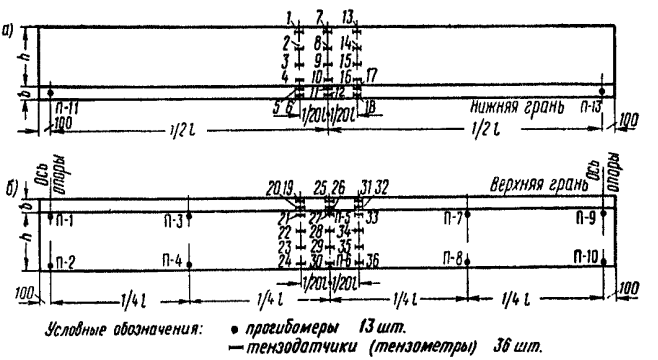

Рис. 8. Примерная схема расположения приборов при испытании опытных панелей

а — плоскость сжатой зоны; *б* — плоскость растянутой зоны; *h* — высота панели; *b* — толщина панели

6.4. При испытании стеновых панелей в заводских условиях схема расположения прогибомеров аналогична схеме при лабораторных испытаниях, но количество приборов берется меньше (рис. 9).

6.5. Величина осадки опор замеряется прогибомерами или индикаторами, установленными по осям опирания панели.

6.6. При испытании панелей с самоанкерующейся арматурой диаметром более 6 *мм* и с временным сопротивлением арматуры более 10 000 *кгс/см*^{2} без дополнительных анкеров должны измеряться смещения концов арматуры относительно бетона на торцах элементов. Смещения концов арматуры должны измеряться не менее чем на 10% стержней и не менее чем на двух стержнях

каждой панели. Измерения производят индикаторами с точностью до 0,01 *мм*.

Схема установки индикатора на торце испытываемой панели приведена на рис. 10.

6.7. Измерение величины раскрытия трещин производится измерительными лупами или микроскопом с ценой деления не более 0,1 *мм*.

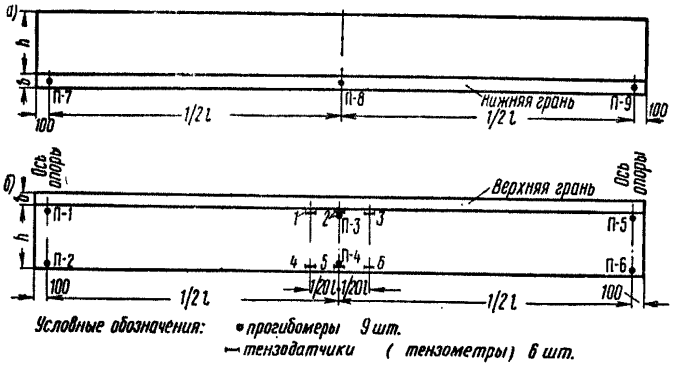

Рис. 9. Схема расположения приборов при испытании панелей заводского изготовления

а — плоскость сжатой зоны; *б* — плоскость растянутой зоны; *h* — высота панели; *b* — толщина панели

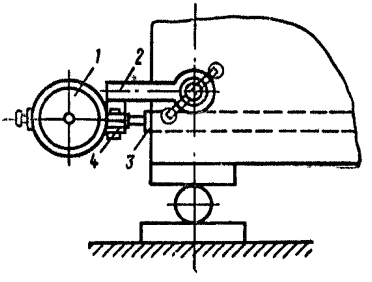

Рис. 10. Схема установки индикатора на торце испытываемой панели для измерения смещения концов арматуры

1 — индикатор; *2* — струбцины; *3* — стержень арматуры; *4* — хомутик

7. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

7.1. После установки приборов на панели уточняется схема расположения приборов по фактической их расстановке.

7.2. Нагружение испытываемой панели производится в соответствии с разработанной методикой испытаний. Для проверки правильности работы установленных приборов необходимо произвести пробное нагружение панели первыми двумя ступенями нагрузки, а затем разгрузить ее (для ячеистых и легких бетонов низких марок можно ограничиться одной ступенью на-

грузки). Приборы, которые при этом покажут значительное отклонение от данных, полученных на первой ступени нагружения, должны быть сняты и поставлены заново или заменены.

7.3. Нагружение панели осуществляется ступенями. Ступени нагружения должны составлять не более 10% контрольной нагрузки по проверке прочности и 20% контрольной нагрузки по проверке жесткости.

При испытании предварительно напряженных стеновых панелей II категории трещиностойкости после того, как будет приложено 90% нормативной нагрузки, величины ступени нагружения назначаются равными 5% нормативной нагрузки до момента появления трещин.

7.4. При испытании опытных панелей после достижения контрольной нагрузки по проверке жесткости или контрольной нагрузки по проверке трещиностойкости (для панелей, в которых в стадии эксплуатации не допускается появления трещин) панель под нагрузкой выдерживается не менее 30 *мин*.

Дальнейшее испытание опытной панели производится горизонтальной периодически повторяющейся нормативной нагрузкой при постоянно действующей расчетной вертикальной нагрузке.

7.5. Испытания опытных панелей периодически повторяющейся нагрузкой производятся научно-исследовательскими институтами по специальным программам.

При испытании опытной панели периодически повторяющейся нагрузкой рекомендуется принимать не менее 100 циклов нагружения и разгрузки, которые разделены на четыре равных периода. Частота периодически повторяющейся нагрузки должна равняться не менее 10 и не более 15 циклов в минуту. После каждого периода фиксируются деформации панели в нагруженном и разгруженном состоянии.

По окончании испытания периодически повторяющейся нагрузкой панель вновь загружается нормативной горизонтальной нагрузкой при действующей расчетной вертикальной. Горизонтальная нагрузка, а в районах с расчетной температурой наружного воздуха —40°С и более также и вертикальная нагрузка должна прикладываться ступенями до разрушения.

7.6. Прогибы опытных панелей в вертикальной плоскости, а также деформации бетона (в необходимых случаях арматуры) от действия собственного веса панели

измеряются до окончательной установки ее на опорные столики. Для этой цели перед установкой траверс при помощи двух ручных домкратов, установленных на $^1/_4$ длины панели от концов, панель подымается с опор и по приборам, предназначенным для определения влияния вертикальной нагрузки, производится отсчет. После этого панель опускается на опорные столики и снова производится отсчет по приборам.

7.7. При испытании панелей заводского изготовления после достижения контрольной нагрузки по проверке жесткости или трещиностойкости панель выдерживается под нагрузкой не менее 30 *мин*, после чего горизонтальная и вертикальная нагрузки прикладываются к панели ступенями до разрушения с учетом п. 7.5.

7.8. После каждой ступени нагружения панель должна выдерживаться под нагрузкой в течение 10 *мин*.

7.9. При каждой ступени загружения производится снятие отсчетов по показаниям приборов дважды — сразу после приложения нагрузки и по окончании выдержки. Производится также осмотр поверхности панели. Осмотр панелей во время выдержки производится с помощью оптической лупы не менее четырехкратного увеличения. Обнаруженные при этом трещины зарисовываются карандашом на поверхности панели, а концы отмечаются порядковым номером ступени или же соответствующей величиной нагрузки.

Записываются замеченные особенности состояния панели в процессе испытания.

Показания приборов при различных ступенях нагружения записываются в ведомость испытания панелей по форме, приведенной в приложении 2.

7.10. Испытание на смятие панелей в местах опирания их на столиках колонн производится на описанном выше стенде. Для этого после окончания испытания на изгиб на столики колонн под опорную поверхность панели укладываются на растворе пластины по размерам, равным опорным поверхностям столиков, согласно проекта. Сверху на концевые участки панели на цементно-песчаном растворе укладываются такие же пластины (для панелей толщиной 200—240 *мм*, размер пластины принят 200×200 *мм*).

Испытание опорного участка производится с помощью гидравлического домкрата, который устанавливается на верхнюю пластину и центрируется по отвесу.

7.11. Проверка прочности заанкеривания металлических закладных деталей крепления панелей к колоннам производится с помощью гидродомкрата. Направление усилия, создаваемого гидродомкратами, должно соответствовать фактически действующему при эксплуатации здания (рис. 7). Прикрепление закладной детали к тяге приспособления, с помощью которого она выдергивается из бетона, может производиться при помощи сварки или другим надежным способом.

7.12. После испытания панели трещины и места разрушения зарисовываются и фотографируются.

8. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПАНЕЛЕЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЯ

8.1. Оценка качества панелей заводского изготовления по результатам испытания должна производиться по ГОСТ 8829—66 и указаниям, изложенным в настоящем разделе.

8.2. Разрушающей считается нагрузка, вызывающая хотя бы одно из нижеследующих состояний, при которых изделия разрушаются или становятся непригодными для дальнейшей эксплуатации:

а) текучесть продольной рабочей арматуры при прогибе панели, равном величине, превышающей $^1/_{50}$ длины пролета;

б) разрыв арматуры, разрушение по косым трещинам, разрушение из-за выдергивания арматуры, раскол торцов;

в) текучесть продольной арматуры с одновременным раздроблением бетона сжатой зоны при прогибе, в 1,5 и более раза превышающем прогиб от контрольной нагрузки по проверке жесткости, с одновременным раскрытием трещин на величину не менее 1 *мм*;

г) раздробление бетона от сжатия до достижения в растянутой арматуре предела текучести при прогибе, менее чем в 1,5 раза превышающем прогиб от нормативной нагрузки, или при раскрытии трещин на величину менее 1 *мм*.

8.3. Если разрушение испытанных панелей произойдет при нагрузке менее 100%, но не менее 85% контрольной, производят повторные испытания такого же количества изделий.

Если при повторном испытании изделий величина разрушающей нагрузки окажется не менее 85% конт-

рольной, то партия изделий считается выдержавшей испытание.

При разрушающей нагрузке хотя бы одной испытанной панели менее 85% контрольной партия панелей приемке не подлежит.

8.4. Оценку жесткости панелей производят по величине измеренного прогиба после выдержки под контрольной нагрузкой.

Панели, для которых расчетный прогиб от полной нормативной нагрузки составляет 85% и более от предельного прогиба, признаются годными, если измеренный прогиб превышает контрольный не более чем на 10%.

Если измеренный прогиб хотя бы одной из испытанных панелей превышает контрольный более чем на 10%, но менее чем на 15%, то производят повторные испытания еще такого же количества панелей.

Партия панелей признается выдержавшей испытание, если величина измеренного прогиба при повторном испытании не будет превышать контрольный прогиб более чем на 15%.

Если измеренный прогиб хотя бы одной первоначально или повторно испытанной панели будет превышать контрольный прогиб более чем на 15%, то вся партия панели приемке не подлежит.

8.5. Панели, для которых расчетный прогиб составляет менее 85% предельного, признаются годными, если измеренный прогиб превышает контрольный не более чем на 20%. Если измеренный прогиб хотя бы одной из испытанных панелей превышает контрольный прогиб более чем на 20%, но менее чем на 30%, то производят повторное испытание еще такого же количества панелей. Партия панелей признается годной, если величина измеренного прогиба при повторном испытании не будет превышать контрольный прогиб более чем на 30%. Если измеренный прогиб хотя бы одной первоначально или повторно испытанной панели будет превышать контрольный прогиб более чем на 30%, то вся партия приемке не подлежит.

Примечание. Предельные прогибы при расчете панели из своей плоскости: $^1/_{200}\ l$ при $l \leqslant 6$ *м*; $^1/_{300}$ при $l > 6$ *м*; в своей плоскости; $^1/_{800}\ l$ при $l \leqslant 6$ *м*; $^1/_{1000}\ l$ при $l > 6$ *м*, где l — пролет панели в *м*.

8.6. Если в панелях, в которых не допускаются трещины в стадии эксплуатации, будут появляться трещи-

ны при нагрузке менее контрольной, то партия приемке не подлежит.

8.7. В панелях, в которых допускаются трещины в стадии эксплуатации, ширина трещин при испытании не должна превышать контрольную величину более чем на 50%.

8.8. При получении в результате испытания более низких показателей прочности, жесткости и трещиностойкости, чем предусмотрено требованиями настоящей Инструкции, партию панелей можно применять под меньшую расчетную нагрузку, если это обосновано расчетом и согласовано с проектной организацией.

8.9. Оценка качества опытных панелей по результатам испытаний производится научно-исследовательскими институтами в зависимости от цели проведения испытаний.

8.10. Результаты испытаний оформляются актом с указанием характеристики панели, в том числе бетона, его состава, заполнителей и арматурной стали.

К акту должны быть приложены таблицы результатов испытаний по форме, приведенной в приложении 2 настоящей Инструкции, а также эскизы (фото) разрушений панелей.

9. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

9.1. Испытания должны проводиться под руководством ответственного сотрудника, прошедшего предварительный инструктаж о технике проведения испытания и о мероприятиях, обеспечивающих необходимую безопасность.

9.2. В периоды, когда повышается нагрузка, создаваемая домкратами, а также во время выдерживания нагрузки, участники испытаний не должны находиться рядом с панелью. Участники испытаний могут находиться вблизи панели лишь тогда, когда нагрузка не изменяется:

а) при взятии отсчетов по приборам;

б) при осмотре трещин, появившихся в панели.

9.3. Все детали установки, которые могут упасть в момент разрушения панели, должны быть подвешены к устойчивым элементам.

9.4. Вокруг панели должны быть сделаны ограждения и страховочные устройства, предупреждающие возможность ее падения в момент разрушения. Ограждения

и страховочные устройства не должны препятствовать установке приборов, наблюдению за ними и свободному прогибу панели в $^1/_{30}$ пролета.

9.5. Все работы по монтажу и демонтажу испытательной установки должны выполняться такелажниками, прошедшими инструктаж по технике безопасности.

9.6. Запрещается находиться под панелью при осмотре трещин и снятии показаний приборов.

Условия работы стеновых панелей

Панели промышленных зданий выполняются в виде плоских или ребристых прямоугольных плит различной толщины, длиной, равной шагу колонн (6, 9 и 12 *м*) и высотой 1,2, 1,8, 2,4 *м*. Панели крепятся к колоннам в четырех угловых точках и располагаются на поле стены в виде длинных полос. При этом остекление также компонуется в виде сплошных лент. На некоторых участках (у торцов, в местах изменения высоты здания и др.) стены выполняются глухими, не остекленными.

Панели, в зависимости от расположения в стене здания, разделяются на рядовые и перемычечные. Перемычечные панели в свою очередь могут быть надоконные, подоконные и междуоконные. Рядовая панель воспринимает собственный вес, вес вышележащих панелей, а также равномерно распределенную ветровую нагрузку, приходящуюся на собственную площадь.

На перемычечную панель действует вертикальная нагрузка от собственного веса панели и веса оконного заполнения и горизонтальная ветровая нагрузка, которая передается на собственную площадь панели, а также на верхнюю и нижнюю грани панели от остекления. Последняя передается в виде сосредоточенных горизонтальных сил, расположенных в местах крепления вертикальных импостов остекления.

Панели рассчитываются на нагрузки, возникающие в процессе эксплуатации здания, а также в процессе его возведения.

В стадии эксплуатации панели рассчитываются на усилия от собственного веса, веса оконного заполнения или вышележащих панелей и на ветровую нагрузку, определяемую по формулам:

для рядовых панелей

$g_в = ncg\,b$ *кг/м*;

для перемычечных панелей

$g_в = ncg\,(b+h')$ *кг/м*;

где g — нормативный скоростной напор ветра, принимаемый по главе СНиП II-А.11-62 «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования»;

c — аэродинамический коэффициент, равный 1 (активное давление+частичный отсос) или 0,8 (отсос+частичный напор изнутри здания);

n — коэффициент перегрузки, равный 1,2 — при расчете панелей по несущей способности и 1 — при расчете по деформациям и трещиностойкости;

b — ширина панели в *м*;

h' — высота части оконного проема, равная:
при одностороннем примыкании оконного проема — половине его высоты $\left(h^1 = \frac{h_1}{2} \text{ или } h' = \frac{h_2}{2}\right)$
при двухстороннем — половине суммы высот примыкающих оконных проемов $\left(h' = \frac{h_1 + h_2}{2}\right)$
(рис. 11).

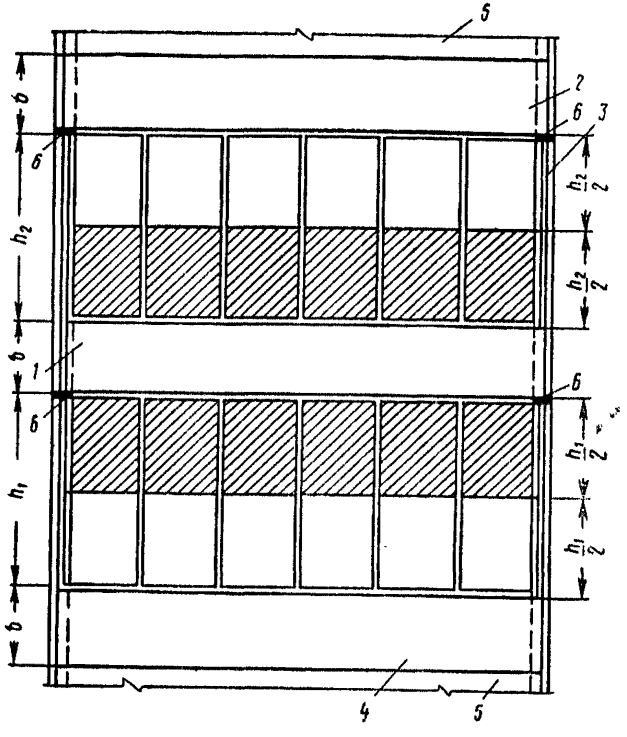

Рис. 11. Схема расположения панелей в стеновом ограждении

1 — междуоконная перемычечная панель; *2* — надоконная перемычечная панель; *3* — колонна; *4* — подоконная перемычечная панель; *5* — рядовая панель; *6* — опорный столик

В процессе возведения здания (монтажный случай) расчет ведется на нагрузки от собственного веса и веса переплетов и ветровую нагрузку, определяемую по формуле

$$g_в = c\,g\,b\ кг/м,$$

где c — аэродинамический коэффициент, равный 1,4.

На усилия, возникающие при распалубке (изгиб из плоскости панели) и подъемно-транспортных операциях (изгиб в плоскости панели) панели рассчитываются на усилия от собственного веса с коэффициентом динамичности $K_g = 1{,}5$.

Работа панели в стене здания в значительной степени зависит от конструктивных решений оконного заполнения, узлов крепления, опирания панели и других конструктивных элементов.

Соответствие действительной работы рядовой панели расчетной схеме в значительной степени зависит от последовательности монтажных операций. Так, в случае установки панели на слой раствора фактическая толщина шва может оказаться больше проектной и вышележащая панель будет опираться не на столик, а непосредственно на нижележащую панель.

Для сохранения в натуре принятой расчетной схемы вышележащие панели должны опираться на нижележащие через армоцементные прокладки, устанавливаемые по концам панели с последующим заполнением швов.

В случае применения самонесущих оконных панелей, воспринимающих нагрузку от ветра и собственного веса, все панели будут работать как рядовые. Аналогичная ситуация будет также и в том случае, когда при обычных переплетах вся ветровая нагрузка передается на специально устанавливаемые ветровые ригели. Подоконные стеновые панели воспринимают в этом случае помимо нагрузок собственного веса и ветрового напора, приходящегося на панель, также вес переплетов с остеклением.

В каждом из рассмотренных случаев будет своя расчетная схема и, следовательно, своя схема испытания. Для правильного выбора этой схемы расчетчику и испытателю необходимо знать не только величины и характер приложения сил, но и конструктивные особенности как самой панели, так и остальных элементов стены.

Ветровая нагрузка от остекления может передавать-

ся на перемычечную панель тремя различными способами. Каждый из них зависит от взаимного расположения переплетов остекления и панели.

При одном верхнем (относительно панели) расположении остекления ветровая нагрузка передается на верхнюю грань панели, когда остекление расположено внизу — на нижнюю грань. При расположении остекления с обеих сторон панели — с обеих же сторон прикладывается и нагрузка.

В большинстве зданий ленточное остекление располагается в несколько ярусов и поэтому возможны различные комбинации взаимного расположения перемычечных панелей и проемов остекления.

Во время монтажа здания, когда переплеты еще не остеклены, на панель действует одновременно напорное и отсосное давление. Интенсивность скоростного напора ветра значительно возрастает с увеличением высоты расположения панели над уровнем земли.

Наиболее рациональная компоновка стены (расположение панели и остекления) будет в том случае, когда горизонтальные усилия, передаваемые на перемычечную панель, расположенную на любой высоте, от остекления, будут примерно одинаковыми.

В том случае если при испытании по каким-либо причинам невозможно обеспечить загружение опытной конструкции в соответствии с расчетной схемой, схема приложения нагрузки может быть заменена другой, эквивалентной ей. Следует при этом иметь в виду, что максимальные значения основных усилий (M и Q) в эквивалентной схеме эпюры не должны существенно отличаться друг от друга.

При разработке конструкций панели, технологии изготовления, монтажных и транспортных операций необходимо стремиться к тому, чтобы усилия от возникающих единовременных нагрузок были меньшими, чем усилия от постоянных эксплуатационных нагрузок. Например, опирание панели при транспортировании и складировании должно осуществляться на деревянные прокладки с площадью опирания не менее чем площадь опорных столиков (обеспечение условия работы бетона на смятие). Сами прокладки и монтажные петли должны быть сдвинуты от торцов к середине, чтобы возникающие при этих операциях моменты и перерезывающие си-

лы были меньшими этих усилий от эксплуатационных нагрузок. Исходя из этого условия назначают также расположение монтажных петель.

Наиболее экономичное решение той или иной конструкции состоит в равнопрочности всех ее элементов. Разрушение бетона должно начаться одновременно с разрывом арматуры при нагрузке, равной теоретической разрушающей. В равной степени это относится и к узлам крепления панели к колонне, узлам крепления импостов к панели, узлам опирания панели на столики — ко всем элементам, на которые непосредственно (или через другие элементы) приложена внешняя нагрузка или действуют внутренние усилия.

Для более полного исследования действительной работы опорных участков панели, а также выявления их несущей способности проводятся испытания этих участков сжимающей нагрузкой до разрушения. Эти исследования можно осуществлять после проведения основных испытаний панели на изгиб в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Как правило, опорные участки при основных испытаниях оказываются неповрежденными и их можно загружать повторно.

Горизонтальный лист опорного столика, деформируясь под нагрузкой (он работает как пластина, защемленная по двум смежным сторонам), не обеспечивает равномерного опирания панели, в результате чего неравномерными будут и напряжения смятия в бетоне приопорных участков панели.

При испытании опорных узлов необходимо иметь в виду возможность перекоса горизонтального листа столика или нижней грани панели, вызванного неточностями их изготовления.

В этом случае опирание может происходить на небольшую площадку, что может повлечь к перенапряжению в этих местах.

Примерная форма журнала для записи результатов испытания панелей на прочность, жесткость и трещиностойкость

1. Исходные данные

№ п. п.	Наименование панелей	Альбом рабочих чертежей	Номера стандарта или технических условий	Дата		Возраст бетона к дню испытания	Прочность бетона к моменту испытания
				изготовление панелей	испытание панелей		
1	2	3	4	5	6	7	8

2. Результаты испытаний панелей по прочности (при изгибе, смятии опорных частей, выдергивании закладных деталей и т. д.)

Характер разрушения панели при испытании	Контрольная нагрузка по прочности панели в *кгс*		Действительная разрушающая нагрузка в *кгс*		Отношение действительной разрушающей нагрузки к контрольной	
	горизонтальная	вертикальная	горизонтальная	вертикальная	горизонтальной	вертикальной
1	2	3	4	5	6	7

3. Результаты испытаний панелей по жесткости

Контрольная нагрузка по жесткости панели в *кгс*		Прогиб панели в *мм*				Допускаемые отклонения действительного прогиба от контрольного в *мм*		Фактические отклонения действительного прогиба от контрольного в *мм*	
		контрольный		действительный					
горизонтальная	вертикальная	горизонтальный	вертикальный	горизонтальный	вертикальный	горизонтального	вертикального	горизонтального	вертикального

4. Результаты испытаний панелей по трещиностойкости

Проверка									
образования трещин				ширины раскрытия трещин в *мм*					
Контрольная нагрузка по трещиностойкости панелей (до момента появления трещин) в *кгс*		Действительная нагрузка в момент появления трещин в *кгс*		Отношение действительной нагрузки к контрольной		Контрольная нагрузка в *кГс*	Контрольная ширина раскрытия трещин	Действительная ширина раскрытия трещин	Допускаемое отклонение действительной ширины трещин от контрольной	Фактическое отклонение действительной ширины трещин от контрольной
горизонтальная	вертикальная	горизонтальная	вертикальная	горизонтальная	вертикальная	горизонтальная	вертикальная					

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
1. Назначение и область применения	4
2. Общие положения	4
3. Нагрузки и схемы их приложения	5
4. Оборудование для испытания	8
5. Подготовка к испытаниям	12
6. Установка приборов для измерения деформаций	13
7. Проведение испытаний	15
8. Оценка качества панелей по результатам испытания	18
9. Техника безопасности	20
Приложения	22
1. Условия работы стеновых панелей	22
2. Примерная форма журнала для записи результатов испытания панелей на прочность, жесткость и трещиностойкость	27

НИИСК Госстроя СССР и НИИЖБ Госстроя СССР
ИНСТРУКЦИЯ ПО ИСПЫТАНИЯМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Стройиздат

Москва, К-31, Кузнецкий мост, д. 9

Редактор издательства Л. Т. Калачева

Технический редактор В. Д. Павлова

Корректор И. А. Зайцева

Сдано в набор 13/VIII—1969 г. Подписано к печати 15/XII—1969 г.
Формат 84×108$^{1}/_{32}$—0,5 бум. л. 1,68 усл. печ. л. (1,25 уч.-изд. л.).
Тираж 18.000 экз. Изд. № XII-2402. Заказ 406. Цена 6 коп.

Подольская типография Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР
г. Подольск, ул. Кирова, д. 25.

gost.e-ecolog.ru