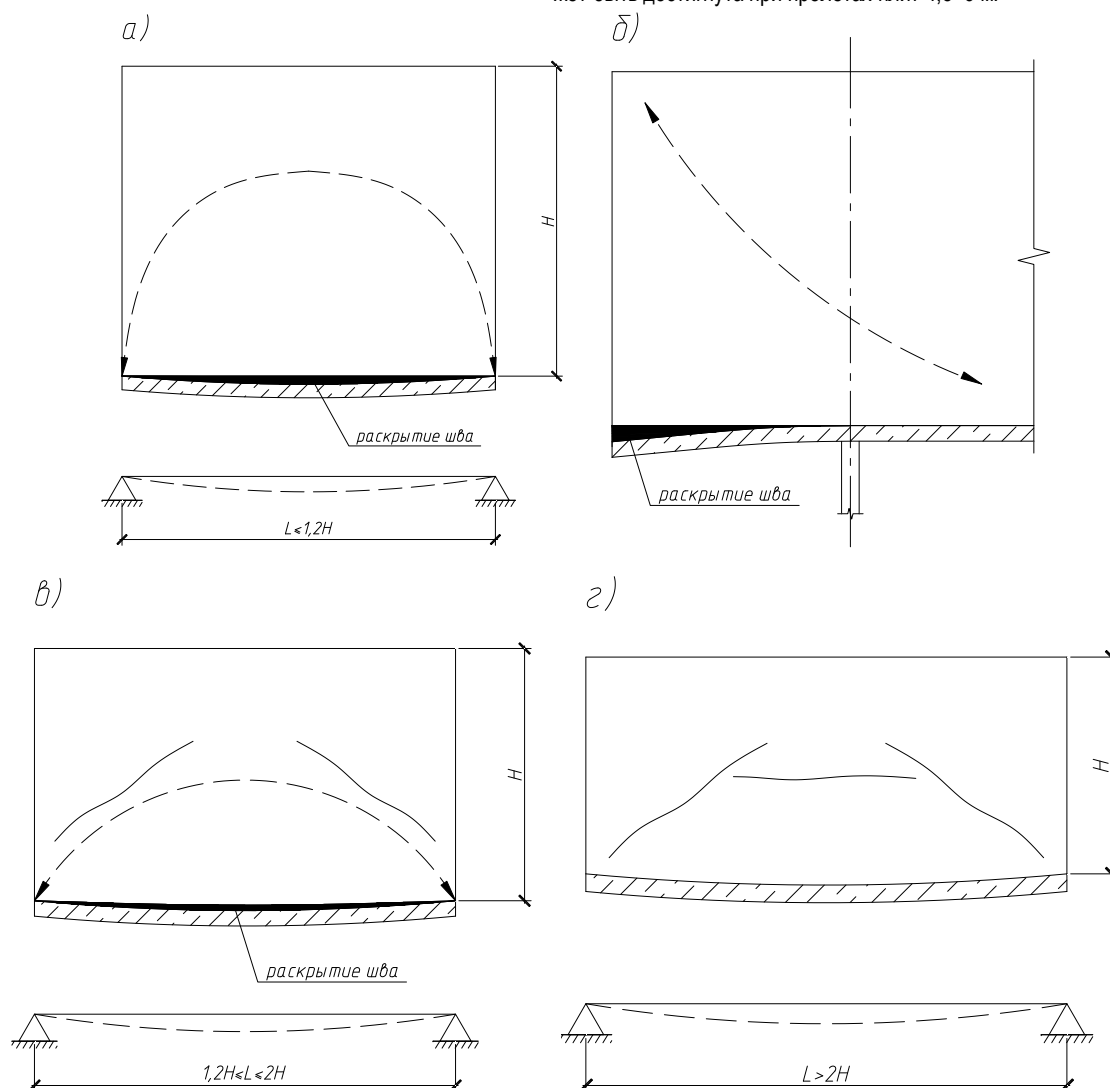


**Введение.** Одним из основных требований, предъявляемых к объемно-планировочным решениям современных жилых и общественных зданий, является возможность трансформируемой планировки помещений. Этим объясняются возросшие объемы строительства каркасных зданий с плоскими дисками перекрытий, а также каменных и крупнопанельных зданий с широким 6,4–7,2 м шагом несущих стен. Внутренние перегородки в этих зданиях выполняются из кирпича, газосиликатных или гипсобетонных блоков, наружные самонесущие стены – из газосиликата или по технологии слоистой кладки.

Опыт эксплуатации таких домов показал, что практически сразу же после окончания строительства в перегородках, установленных на диски перекрытий, возникают трещины, развивающиеся с течением времени. Ремонт перегородок с заделкой трещин полимерными ремонтными составами в соответствии с типовыми технологическими картами не дает положительных результатов. Через определенное время после ремонта трещины появляются вновь.

**Морфология трещин и причины их образования.** Современные здания возводятся в короткие сроки. По этой причине стеновое

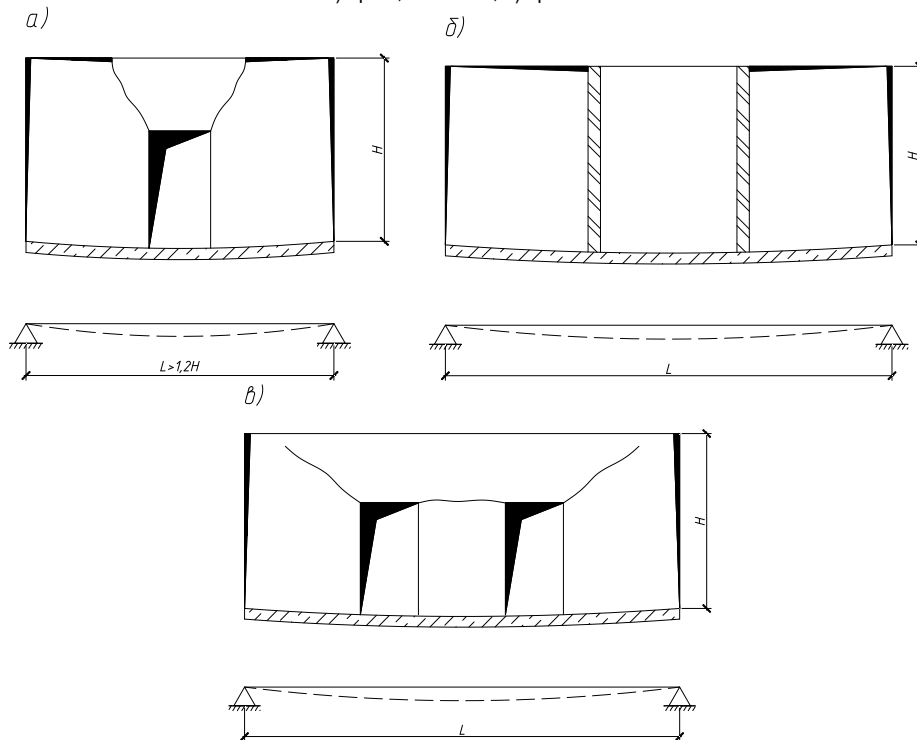
заполнение каркасов и строительство внутренних перегородок выполняется в условиях, когда возможны значительные деформации ползучести железобетонных элементов здания и неравномерные осадки конструкций. Перегородки устанавливаются на несущие элементы перекрытия на слой раствора или упругие прокладки. После возведения перегородок на перекрытие укладываются слои акустической изоляции, стяжки, чистового пола, выполняется отделка перегородок. Приращение постоянной и временной длительной нагрузки, после выполнения указанных работ, составит 20–25% от ее полного значения (75–80% от суммарной величины постоянной и временной длительной нагрузки составляет собственный вес перекрытия и перегородок). С учетом ползучести бетона, можно предположить, что прогиб перекрытия после возведения перегородок достигнет 40–50% от общего прогиба, вызванного действием постоянной и временной длительной нагрузки, включающей собственный вес перекрытия. В соответствии с нормами [1], приращение прогиба пустотных плит перекрытий пролетом более 6 м при этом может составить около 15 мм. Для плоских безбалочных плит каркасных зданий, изгибная жесткость которых не велика, такая величина прогиба может быть достигнута при пролетах плит 4,5–6 м.



**Рис. 1.** Морфология трещин в сплошных перегородках  
а) при  $L/H \leq 1,2$ ; б) при консольных плитах; в) при  $1,2 \leq L/H \leq 2$ ; г) при  $L/H > 2$



**Рис. 2.** Характер трещинообразования в сплошных перегородках  
а) при  $1,2 \leq L/H \leq 2$ ; б) при  $L/H > 2$



**Рис. 3.** Морфология трещин в перегородках с проемами  
а) при одном дверном проеме; б) при проеме на всю высоту перегородки; в) при двух дверных проемах

В результате того, что изгибная жесткость перегородки в ее плоскости значительно выше жесткости плиты перекрытия, при прогибе последней происходит раскрытие шва между перегородкой и плитой, или возникает трещина по низу перегородки, развивающаяся по продольному шву кладки (рис. 1а, 1б). Такие трещины характерны для перегородок, длина которых соизмерима с их высотой ( $L/H \leq 1,2$ ). Анализ распределения главных напряжений по плоскости перегородки свидетельствует о том, что перегородка в этом случае работает по принципу арки.

С увеличением длины перегородки напряжения, возникающие в ней при прогибе перекрытия, возрастают. При этом в опорной зоне перегородок с  $1,2 \leq L/H \leq 2$  могут возникать наклонные трещины, развивающиеся либо непосредственно по камню, либо по горизонтальным и вертикальным швам кладки (рис. 1в). После возникнове-

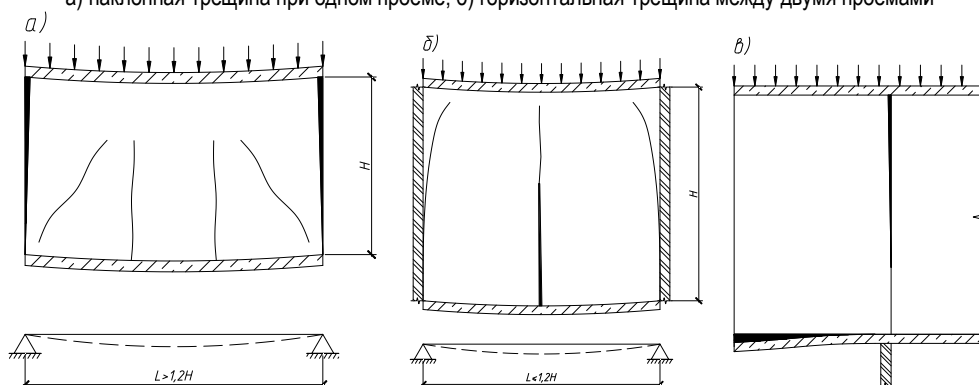
ния наклонных трещин средняя зона перегородки еще может работать по принципу арки.

Если длина перегородки более чем в два раза превышает ее высоту ( $L/H > 2$ ), в перегородке образуются наклонные, меняющие в средней зоне направление на горизонтальные трещины, развитие которых происходит по швам кладки или по камню (рис. 1г).

Расчетный анализ, применительно к кирпичной кладке, показывает, что в этом случае главные растягивающие и главные касательные напряжения превышают пределы прочности кладки на растяжение и сдвиг по направлению соответствующих главных напряжений. При этом может не соблюдаться условие прочности при действии касательных напряжений вдоль неперевязанных швов (расчет выполнялся с использованием критериальных зависимостей, приведенных в [2]).



**Рис. 4.** Характер образования трещин в перегородках с дверными проемами  
а) наклонная трещина при одном проеме; б) горизонтальная трещина между двумя проемами



**Рис. 5.** Морфология трещин в перегородках при передаче на них нагрузки от вышележащего перекрытия

На рис. 2а показаны трещины, образовавшиеся в перегородках, установленных на плиты пустотного настила пролетом 7,2 м жилого дома через год после сдачи его в эксплуатацию. Трещины, возникшие в перегородке, установленной на ригель пролетом 8 м, здания школы показаны на рис. 2б. У опор трещины имеют наклон под углом  $\approx 45^\circ$ , в средней зоне трещины развиваются по горизонтальным швам кладки.

При наличии в средней зоне перегородки проемов для дверей или коридора при прогибе перекрытия происходит разделение перегородки на две части, поворот которых приводит к возникновению трещин, показанных на рисунках 3а, 3б.

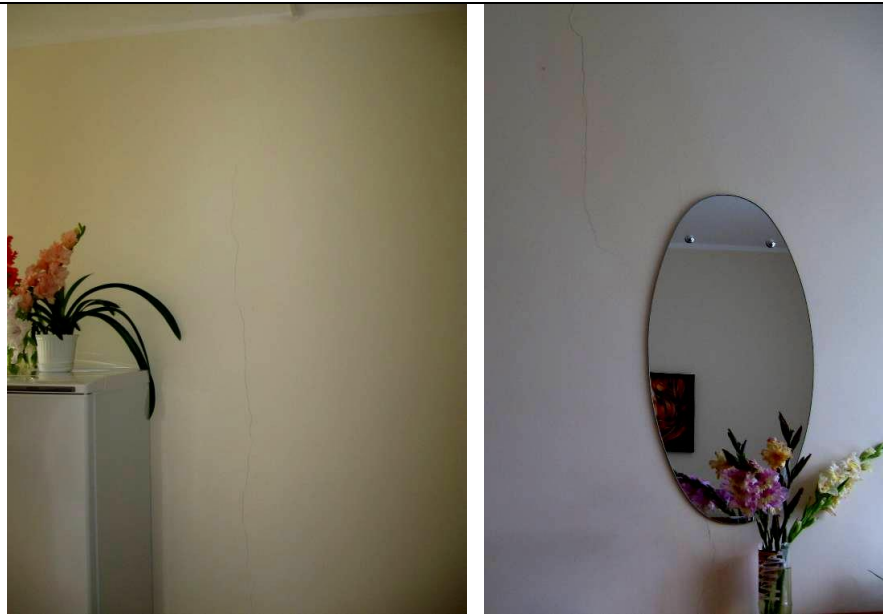
Расчеты показывают, что при отношении длины перегородки к ее высоте больше, чем в 1,2 раза. Главные растягивающие напряжения, действующие вблизи углов дверного проема, превышают предел прочности кладки на растяжение по соответствующему направлению [3]. Это приводит к возникновению трещин в углах проема, развивающихся в дальнейшем по траектории главных сжимающих напряжений. В перегородках, у которых проем смещен к краю, максимальные главные растягивающие напряжения локализуются вблизи угла, примыкающего к длинному участку перегородки. При двух дверных проемах наибольшие значения главных растягивающих напряжений имеют место в зонах углов, образованных сторонами среднего простенка и горизонтальными гранями проемов. В таких перегородках в среднем простенке между проемами могут возникать трещины, развивающиеся по горизонтальным швам кладки (рис. 3в).

На рис. 4 показаны трещины, возникшие в перегородках с дверными проемами. Трещины образовались приблизительно через год после окончания строительства здания.

Для исключения передачи нагрузки от вышележащего перекрытия на перегородку между перегородкой и перекрытием предусматривается зазор толщиной 20 мм, который заделывается эластичным материалом. Результаты обследования поврежденных трещинами перегородок свидетельствуют, что строителями данное требование часто игнорируется. Зазор между перегородкой и плитой перекрытия заполняется кирпичным боем, жестким цементно-песчаным раствором, не выдерживается требуемая толщина зазора.

В этом случае в длинных перегородках могут возникнуть вертикальные трещины с небольшим шагом, обусловленные равномерной передачей нагрузки от вышележащего перекрытия на перегородку (рис. 5а).

В коротких перегородках, в средней зоне, образуются единичные вертикальные трещины. При хорошей перевязке перегородок с поперечными стенами могут возникать наклонные трещины в верхней зоне перегородки, развивающиеся вниз по линии ее сопряжения со стеной (рис. 5б). Если плиты перекрытия имеют консольный вылет, что является характерным для каркасных зданий, то трещина возникает в верхней части перегородки над опорой (рис. 5в). В зависимости от прочности раствора развитие указанных трещин может происходить по камню или раствором швам. В случае жесткого основания перегородки прогиб верхнего диска перекрытий может вызвать разрушение кладки перегородки от действия сжимающих напряжений.



**Рис. 6.** Вертикальные трещины, вызванные передачей нагрузки на перегородки от вышележащего перекрытия

На рис. 6 показаны вертикальные трещины в перегородках здания районной больницы, введенной в эксплуатацию в 2008 г. Перегородки установлены на плиты пустотного настила пролетом 7,2 м. На момент обследования (июль 2009 г.) все перегородки получили повреждения в виде трещин.

**Заключение.** На основании изложенного можно сделать следующее заключение:

1. Основной причиной образования трещин во внутренних перегородках зданий являются прогибы дисков перекрытий, вызванные приращением постоянной и длительнодействующей нагрузки на перекрытие после возведения перегородок, а также дефекты деформационного шва между перегородкой и вышележащим перекрытием.
2. Характер образования трещин в перегородках зависит от соотношения высоты перегородки к ее длине, наличия и месте расположения проемов, степени перфорации перегородки проемами, ка-

чества перевязки кладки перегородки с кладкой примыкающих стен, вида, прочностных и деформативных характеристик кладки.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нагрузки и воздействия. Дополнения. Разд.10. Прогибы и перемещения: СНиП 2.01.07-85\* / Госстрой СССР – М: ЦНИИОМТ Госстроя СССР, 1985. – 34 с.
2. Гениев, Г.А. Вопросы прочности и пластичности анизотропных материалов / Г.А. Гениев, А.С. Курбатов, Ф.А. Самедов – М: Интербук, 1994. – 187 с.
3. Деркач, В.Н. Повышение трещиностойкости внутренних перегородок с проемами при возведении современных зданий. Ресурсоэкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: збірник наукових праць. – Міністерство освіти і науки України, Академія будівництва України, Національний університет водного господарства та природокористування / В.Н. Деркач, А.Я. Найчук. – Рівне, 2009. – С. 276–283.

19.01.10

#### **DERKACH V.N. About the morphology of cracks, appears in interior partitions in modern buildings**

The article contains the surveying results of interior partitions and description of the morphology of cracks, appears in partitions; the analysis of cracks appearing causes was carrying out.

624.04

. „ . „ .С.

**Введение.** В настоящее время заводами сборного железобетона Республики Беларусь освоено производство предварительно напряженных многпустотных плит, изготавливаемых по технологии безопалубочного формования на оборудовании зарубежных фирм. В качестве основной рабочей напрягающей арматуры в этих плитах используются, как правило, арматурные канаты, особенности рабо-

ты которых совместно с окружающим их бетоном до настоящего времени недостаточно исследованы и освещены в отечественной литературе. Вместе с тем, внедрение отмеченной выше технологии требует досконального изучения характера деформирования конструкции и совместной работы бетона и арматуры на всех этапах изготовления и эксплуатации конструкции.

**Босаков Сергей Викторович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры строительной механики Белорусского национального технического университета.

Беларусь, БНТУ, 220027, г. Минск, пр. Независимости, 65.

**Белевич Валерий Николаевич**, заведующий отделом строительных конструкций РУП «Институт БелНИИС».

**Щетько Николай Сергеевич**, младший научный сотрудник отдела строительных конструкций РУП «Институт БелНИИС».