

**РОЗЕНВАССЕР ГРИГОРИЙ РУВИНОВИЧ**

Кандидат технических наук – Ph.D, действительный член Академии строительства Украины, заведующий отделом наземных и подземных сооружений в сложных геотехнических условиях ДП «Донецкий ПромстройНИИпроект».

Основные направления научной деятельности: механика подземных сооружений, строительные конструкции зданий и сооружений в сложных геотехнических условиях.

Автор более 150 научных работ.

E-mail: gir.dptm@mail.ru

**ЕВДОКИМОВ ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ**

Инженер I категории ДП «Донецкий ПромстройНИИпроект».

Основные направления научной деятельности: строительные конструкции зданий и сооружений в сложных геотехнических условиях, расчеты.

Автор 1 научной публикации.

E-mail: yvyevdokimov@rambler.ru

УДК 624.131.358

ОСТАТОЧНЫЙ РЕСУРС НЕСУЩИХ СВОЙСТВ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ, ОСЛАБЛЕННЫХ УКОРОЧЕНИЕМ И ВЫРЕЗАМИ

Ключевые слова: несущие свойства, численные исследования, плиты покрытий и перекрытий.

На основе численных исследований установлен остаточный ресурс несущих свойств плит перекрытий, ослабленных укорочением и вырезами. Рассмотрены сборные железобетонные плиты покрытия, примененные на объекте ООО «АгроВет Атлантик», в качестве плит перекрытий.

На основі чисельних досліджень встановлений залишковий ресурс несучих властивостей плит перекриттів, ослаблених укороченнями і вирізами. Розглянуті збірні залізобетонні плити покриття, застосовані на об'єкті ТОВ "АгроВетАтлантик", в якості плит перекриттів.

On the basis of numeral researches was established the residual resource of bearing quality of floor slabs. Were reviewed ferroconcrete slabs of floors which used on the object of LTD "AgroVetAtlantik", as slabs of covering.

Общие сведения. В рамках данной статьи рассмотрены предварительно-напряженные плиты покрытий [1...3], примененные на объекте ООО «АгроВет Атлантик» - здание цеха кормов и премиксов, расположенного по ул. Ленина, За-б в с. Половинчик Монастырщенского района Черкасской области», в качестве плит перекрытий. Характерный разрез здания приведен на рисунке 1.

Рассмотренные плиты перекрытий имеют ряд существенных отличий от серийных:

- уменьшение длины плит на 700мм;
- отсутствие опорного ребра (вута) со стороны укорочения плит;
- изменение шага и расположения поперечных ребер;
- наличие проемов, обрамленных рамкой из уголков (проемность плит составляет до 40% от площади в плане);
- изменение закладных деталей.

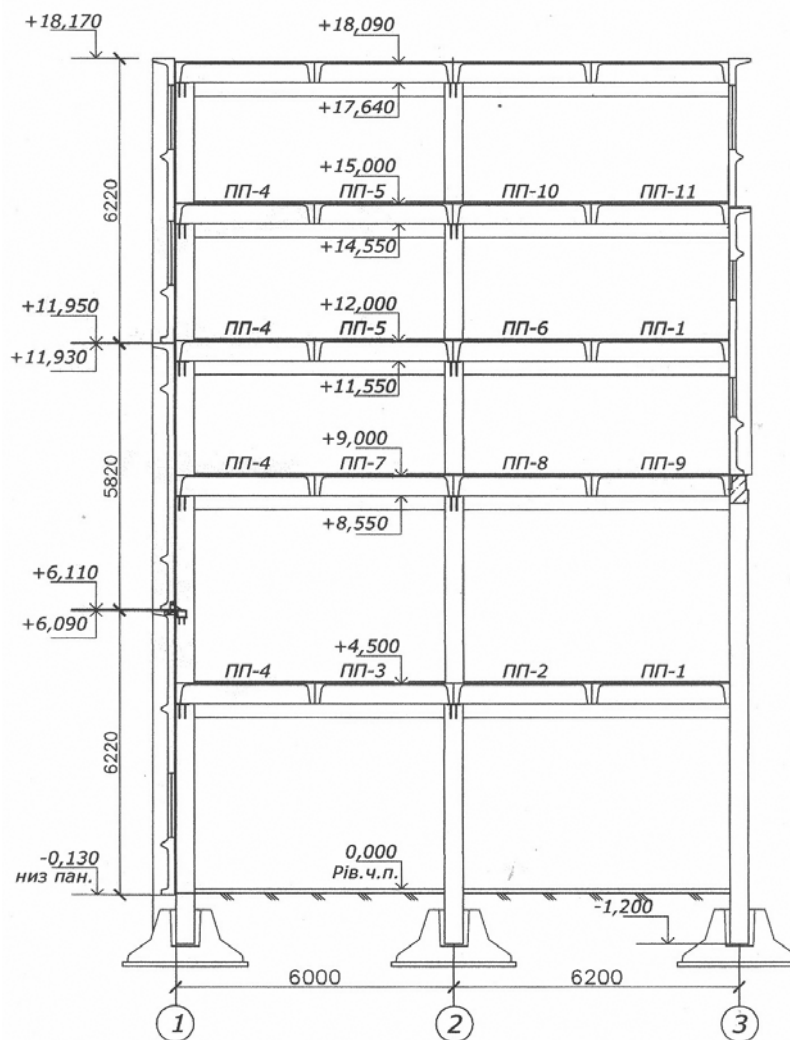


Рис 1. Характерный разрез здания.

Целью рассмотренной задачи являлась оценка остаточного ресурса несущих свойств плит перекрытий на основе результатов численных исследований.

В общем проведен анализ 11 плит перекрытий, имеющих маркировки ПП-1...ПП-11.

Для плиты перекрытия ПП-10 проведены более глубокие численные исследования, результаты которых приведены ниже.

Методика анализа и характеристика расчетных моделей. Анализ выполнен по результатам расчетов с применением программного комплекса Лира 10.2 и с использованием [4...6].

Приняты следующие характеристики материалов:

- бетон класса C25/30 ($E = 331000 \text{ кг/см}^2$; $[f_{cd}] = -173 \text{ кг/см}^2$; $\mu = 0.2$);
- напрягаемые арматурные стержни $\varnothing 25$ АIIIв ($E = 1800000 \text{ кг/см}^2$; $R_s = 4900 \text{ кг/см}^2$; $\mu = 0.28$);
- условное основание (рисунок 2) задано в виде линейно изотропного материала ($E = 2100000 \text{ кг/см}^2$, $\mu = 0.3$).

Принята концепция моделирования железобетонного конструктива плит объемными элементами (КЭ32...КЭ36) с акцентом на зоны передачи предна-

пряжения.

Предварительное напряжение продольных ребер реализовано введением в расчетную схему арматурных стержней $\varnothing 25$ АIIIв (КЭ10) с нагрузкой в виде температурного воздействия, эквивалентного напряжению в одном стержне: $\sigma = 3500 \text{ кг/см}^2 < [4500 \text{ кг/см}^2 \pm 500 \text{ кг/см}^2]$.

Расчетная модель плиты содержит физически нелинейные итерационные элементы (КЭ264), моделирующие физику процесса трения и обуславливающие конструктивную нелинейность:

- КЭ264(тип 1) – пара бетон/сталь, $k_f = 0.3$;
- КЭ264(тип 2) – пара сталь/бетон, $k_f = 0.3$ (вводятся для реализации шарнирно-подвижной опоры со стороны укорочения);
- КЭ264(тип 3) – пара сталь/бетон, $k_f = 1$ (вводятся для реализации шарнирно-неподвижной опоры со стороны вут - опорных ребер).

Характеристики КЭ264 учитывают реальные грузовые площади в соответствии с положением элементов трения.

Глубина опирания для шарнирно-подвижных и шарнирно-неподвижных опор принята 100мм.

В расчетной схеме учтены следующие нагрузки:

- собственный вес (учитывается программой расчета, $\gamma_{fm}^{\text{бетон}} = 1.1$; $\gamma_{fm}^{\text{металл}} = 1.05$) – постоянная;
- преднапряжение ($t = -188^\circ\text{C}$, $\gamma_f = 1$) – постоянная;
- полезная (400 кг/м^2 , $\gamma_f = 1$);

Для моделирования жизненного цикла конструкции в модели применен модуль монтаж:

- стадия 1.1 - + собственный вес (монтаж всех элементов, кроме КЭ264(тип 2,3));
- стадия 1.2 - +преднапряжение;
- стадия 1.3 – демонтаж основания и КЭ264(тип 1); монтаж шарнирно-подвижной опоры КЭ264(тип 2); монтаж шарнирно-неподвижной опоры КЭ264(тип 3);
- стадия 1.4 - +полезная нагрузка.

В качестве основного критерия анализа исследуемых участков (вут, сторона укорочения) приняты нормальные напряжения в зонах передачи преднапряжения.

Площадки нормальных напряжений ортогональны осям глобальной системы координат конечно-элементных моделей.

Результаты численных исследований. Основные результаты приведены на рисунках 2...5.

Как видно, на рисунках 4, 5 область концентрации максимальных сжимающих напряжений находится в приопорной зоне.

Дивись рисунки 2, 3, 4, 5 на стор. 3 обкладинки

Таблиця 1.

Очаг концентрации максимальных растягивающих напряжений сосредоточен: в зоне организации проема (рисунок 4) и в области верхних волокон продольных ребер (рисунок 5).

Нормальные напряжения в исследуемых зонах плиты перекрытия ПП-10 приведены в таблице 1.

ВЫВОДЫ:

1. Снижение несущих свойств плит перекрытий связано, в основном, с их укорочением без организации поперечного опорного ребра.
2. Деформированная схема плиты ПП-10 свидетельствует о существенной потере предварительного напряжения.
3. Конструктивное решение сборных железобетонных плит перекрытий ПП1...ПП11 не отвечает принципам эксплуатационной пригодности.
4. В связи с изменениями конструктивного решения плит покрытий для использования в качестве плит перекрытия, произошла их деградация, т. е. «...необратимые изменения, ухудшающие способность изделия выполнять требуемую функцию, развивающиеся с течением времени» [7].

Стадия 1.3 – (собственный вес + преднапряжение) сторона наличия вугтов

$N_y = -221,14 \text{ кг/см}^2 < [R_{b,red}] = -260 \text{ кг/см}^2$	Условие выполняется
--	---------------------

Стадия 1.4 – (собственный вес + преднапряжение + полезная) сторона наличия вугтов

$N_y = -239,22 \text{ кг/см}^2 < [R_{b,red}] = -260 \text{ кг/см}^2$	Условие выполняется
--	---------------------

Стадия 1.3 – (собственный вес + преднапряжение) сторона укорочения

$N_y = -214,97 \text{ кг/см}^2 < [R_{b,red}] = -260 \text{ кг/см}^2$	Условие выполняется
--	---------------------

Стадия 1.4 – (собственный вес + преднапряжение + полезная) сторона укорочения

$N_y = -294,71 \text{ кг/см}^2 > [R_{b,red}] = -260 \text{ кг/см}^2$	Условие не выполняется
--	------------------------

$R_{b,red}$ – приведенная призмная прочность бетона с учетом косвенного армирования (СНиП 2.03.01-84*)

5. В случае невозможности демонтажа укороченных плит перекрытий рекомендуется постоянный мониторинг их технического состояния для своевременного предотвращения аварийной ситуации.

Авторы выражают признательность коллективу группы компании Лира (www.lira10.com), г.Киев, Украина, в частности, Кузнецовой Е.В., Гераймовичу Ю.Д. и Марченко Д.В. за сопровождение расчета.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плиты покрытий железобетонные ребристые размером 3х12м для одноэтажных зданий: Серия 1.465.1-3/80, Выпуск 0, 5, 8 – Госстрой СССР, 1983.
2. Рабочий проект: ТО-14.07.10-АБ –Світловодск, ТДВ «Об'єднання Дніпроенергобудпром», 2014.
3. Комплект чертежей плит перекрытия ПП-1...ПП-11: ТО – 14.07.10 – КЖИ 78...88.
4. Бетоні та залізобетоні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98:2006 – К. Мінрегіонбуд України 2011 – 71с.
5. Бетоні та залізобетоні конструкції з важкого бетону. Правила проектування: ДСТУ Б.В.2.6-156:2010 - К. Мінрегіонбуд України 2011 – 123с.
6. Навантаження і впливи. Норми проектування: ДБН В.1.2-2:2006 – К. Мінбуд України 2006.
7. Надежность в технике. Термины и определения: ГОСТ Р 27.002-2009 – Москва. Стандартиформ 2011 – 28с.

РИСУНКИ К СТАТЬЕ Г.Р. РОЗЕНВАССЕР, Ю.В. ЕВДОКИМОВА «ОСТАТОЧНЫЙ РЕСУРС НЕСУЩИХ СВОЙСТВ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ, ОСЛАБЛЕННЫХ УКОРОЧЕНИЕМ И ВЫРЕЗАМИ»

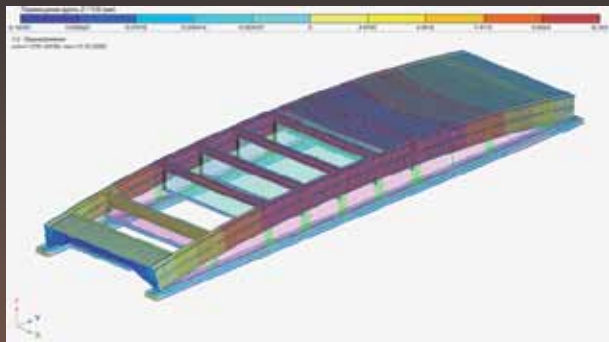


Рис. 2. Изополя вертикальных перемещений плиты перекрытия. Стадия 1.2 – (собственный вес + преднапряжение)

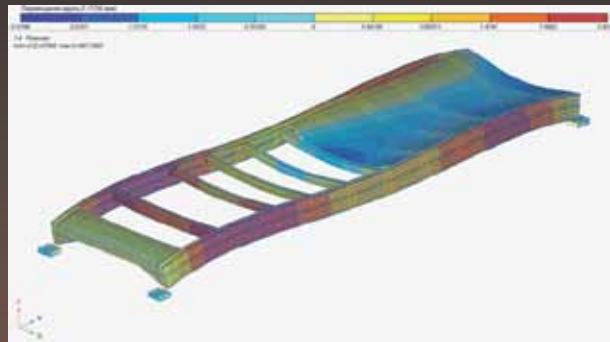


Рис. 3. . Изополя вертикальных перемещений плиты перекрытия. Стадия 1.4 – (собственный вес + преднапряжение + полезная).

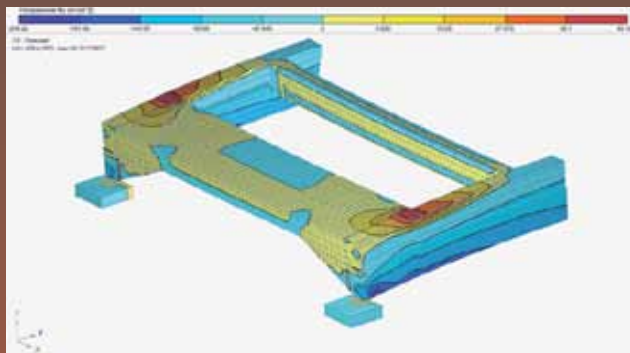
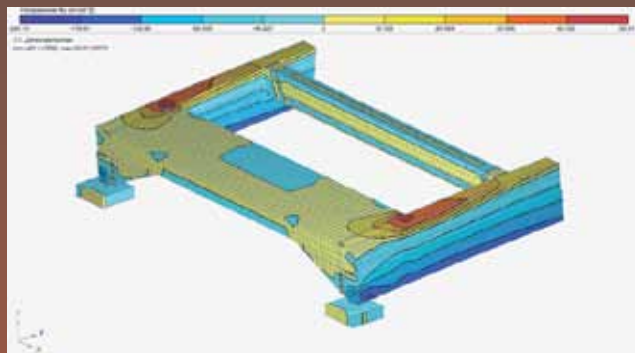


Рис. 4. Изополя нормальных напряжений N_y со стороны втов.

а) Стадия 1.3 –

(собственный вес + преднапряжение)

б) Стадия 1.4 –

(собственный вес + преднапряжение + полезная).

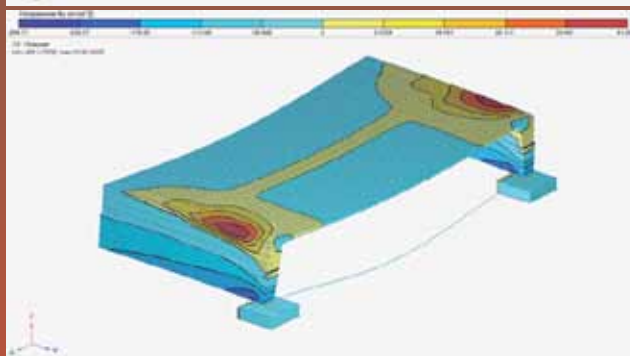
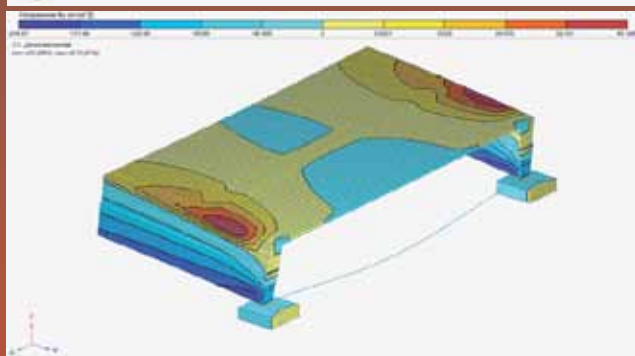


Рис. 5. Изополя нормальных напряжений N_y со стороны укорочения.

а) Стадия 1.3 –

(собственный вес + преднапряжение)

б) Стадия 1.4 –

(собственный вес + преднапряжение + полезная).

РИСУНКИ ДО СТАТТІ М.В. КОРНІЄНКО, В.В. ЖУК, С.Ф. АБЕД «ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ОСНОВИ ФУНДАМЕНТУ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ЧИСЛОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПІДСИЛЕННІ ГРУНТОГЛІНОЦЕМЕНТНИМИ ПАЛЯМИ»

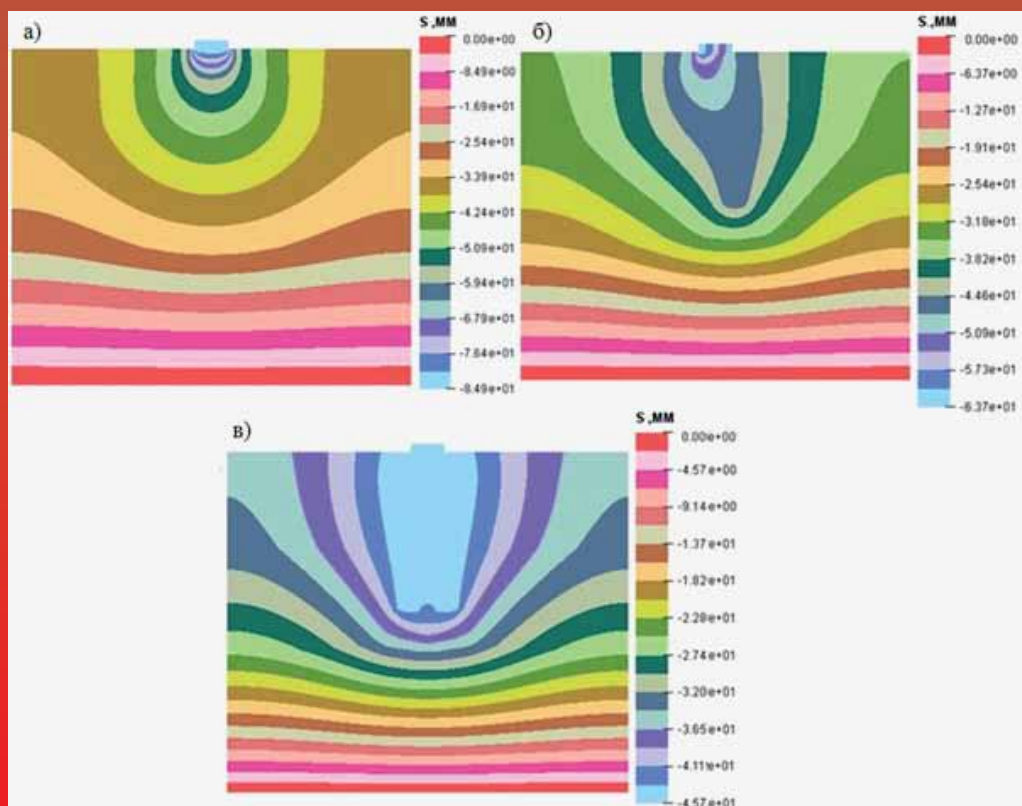


Рис. 2. Изополя перемещений піщаної основи фундаменту ($P=400$ кН/м), мм:

а – без підсилення фундаменту;
б та в – при односторонньому та двосторонньому підсиленні фундаменту ґрунтоглиноцementeтними палями відповідно