

2. Казначеев Н.И., Шведовский П.В. Крупноразмерные облегченные стеновые панели с эффективным утеплителем. Проспект ВДНХ СССР УДК 69.022:674 (419.3-666.982) 424.088.-Брест: 1984

3. Жуков В.Н., Бенц В.А., Карабанова Л.П., Ульяницкий Ю.М. Индустриальное решение цокольной части малоэтажного здания. М:1987-36с.

КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ С БЕЗРИГЕЛЬНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Николай Казначеев, Николай Клепиков

Учитывая рост цен на строительные материалы, энергоресурсы и трудовые затраты иногда неоправдано в сотни раз увеличивается сметная стоимость здания или сооружения. Продукция не только сельских строительных комбинатов, но и многих других предприятий строительной индустрии не находит сбыта из-за высокой стоимости.

Одним из путей снижения сметной стоимости, сокращения построечных трудозатрат и сроков строительства сельскохозяйственных производственных зданий, а также повышения их качества является совершенствование и разработка новых конструктивных решений, направленное на укрупнение строительных элементов, сокращение их числа в зданиях, выполнение многообразных функций — одними конструктивными элементами /2,3,4/, а также повышения их уровня заводской готовности.

В связи с этим научно-исследовательским отделом строительных конструкций изучалась возможность и экономическая целесообразность применения зданий с новыми несущими стеновыми панелями и безригельным покрытием пролетом 18м из железобетонных элементов повышенной заводской готовности для строительства сельскохозяйственных производственных зданий.

Такая конструктивная схема здания была разработана. Выполнены рабочие чертежи всех экспериментальных элементов нового здания, на Кобринском МССК изготовлены опытные образцы конструкций и испытаны в цехе испытаний строительных конструкций Брестского политехнического института. После испытания и получения положительных результатов было разработано и привязано экспериментальное здание свинарника. Изготовлены необходимые конструкции и смонтирован каркас.

В настоящее время широко распространена конструктивная схема здания с использованием трехшарнирных рам по серии 1.822.1-2/82 из сборных полурам и столбчатых или свайных фундаментов. Ограждающие конструкции стен - крупноразмерные двухслойные панели

размером 6х3, 3м, опирающиеся на железобетонные фундаментные балки. Покрытие выполнено из железобетонных предварительно напряженных плит по шифру 265-88 (рис.1). Трехшарнирные рамы в такой схеме являются каркасом здания, на который в последующем монтируются ограждающие конструкции и элементы покрытия.

Предлагаемый новый вариант существенно отличается от типового (рис.2а, б). Стеновые панели и плиты покрытия выполняют роль не только как ограждающие конструкции, но и являются основными элементами каркаса. Несущая стеновая панель с прокладочной гидроизоляцией заземляется в щелевой фундамент столбчатого типа. Покрытием является плита-оболочка 3х9 м, которая с уклоном 1:4 опирается на стеновую панель и колонну с развитым оголовком. Колонна представляет собой конструкцию, состоящую из двух элементов - колонны сечением 300х300 мм заземленной в сборный железобетонный фундамент стаканного типа и оголовка шириной 3,2м и высотой 0,6м, которые между собой жестко соединяются с помощью сварки. В результате этого мы получили каркас здания по объему больше, чем из трехшарнирных рам, в работе которого участвуют стеновая панель, плита покрытия и колонна.

Испытания показали, что объемный блок деформируется под нагрузкой как пространственная конструкция и лучше сопротивляется действию внешних нагрузок, чем плоские рамы. Оголовки колонн в здании развиты вдоль продольной оси.

В результате применения новых колонн при шаге их 6м отпала необходимость в монтаже ригелей. Плиты-оболочки опираются непосредственно на оголовки колонны.

Для сельскохозяйственных зданий с шагом колонн кратным 6м и была разработана определенная методика расстановки колонн (рис.3). Колонны относительно поперечных осей смещены на 1,5 м. Крайние колонны в поперечных осях здания устанавливаются без оголовка. Конструктивное решение торцов здания было принято типовым.

Выполненные научные исследования в лабораторных, заводских и построечных условиях позволяют уменьшить расход арматурной стали и бетона на 35-40%, сократить число монтажных элементов и трудозатраты при возведении здания по сравнению с типовым проектным решением до 30-35 %.

Анализ проектных типовых решений существующих производственных сельскохозяйственных зданий показывает, что неоправдано завышаются объемы зданий.

Основным критерием для определения размеров здания при его разработке служит возможность размещения типового технологического оборудования. Иногда из-за одного агрегата принимается одинаковая высота на всю длину здания и чтобы поддерживать в коровнике или свиноматнике температурный режим, устанавливается обогрев здания,

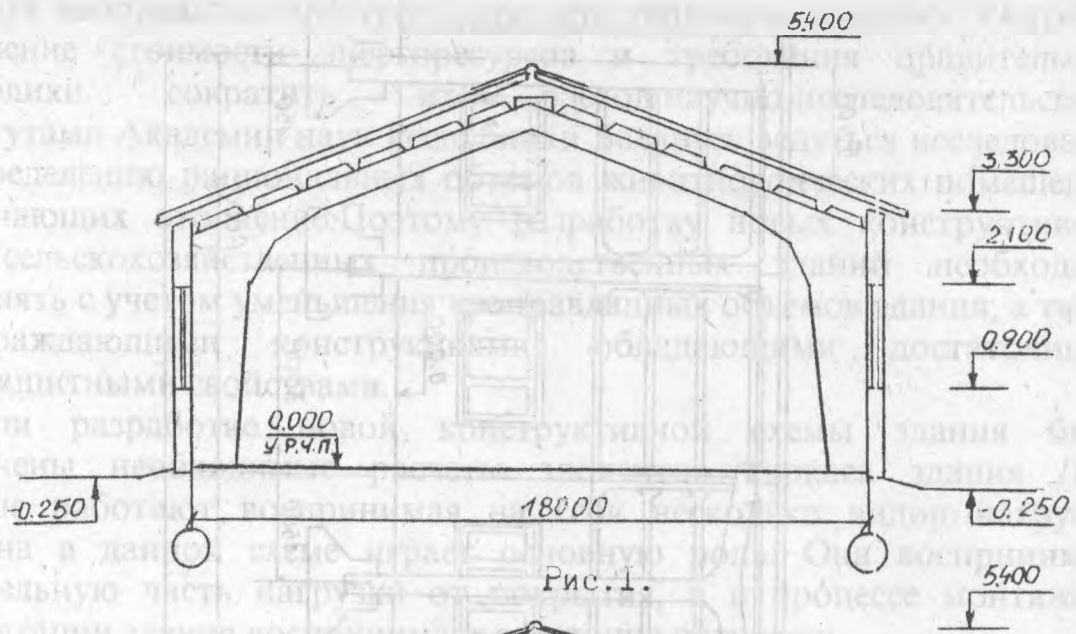


Рис. 1.

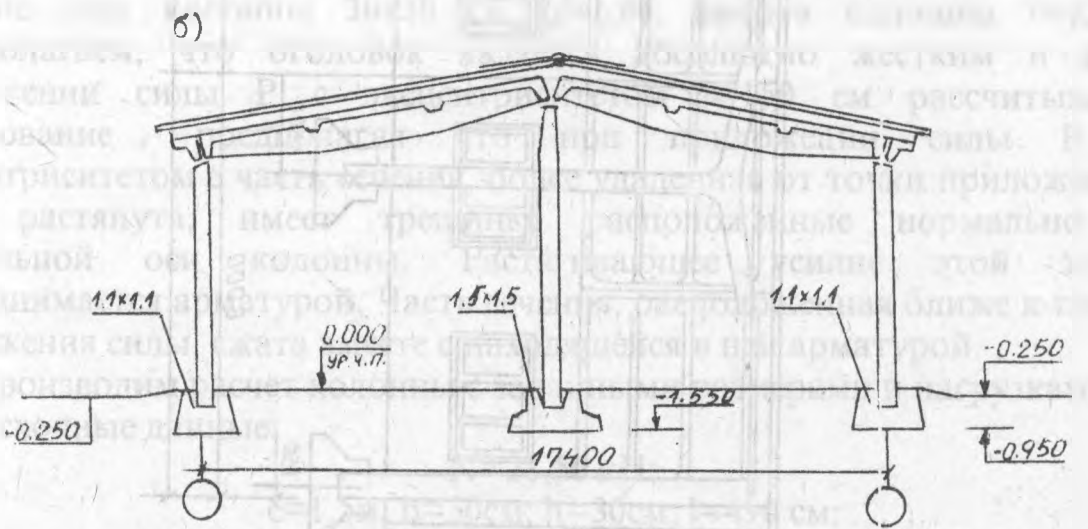
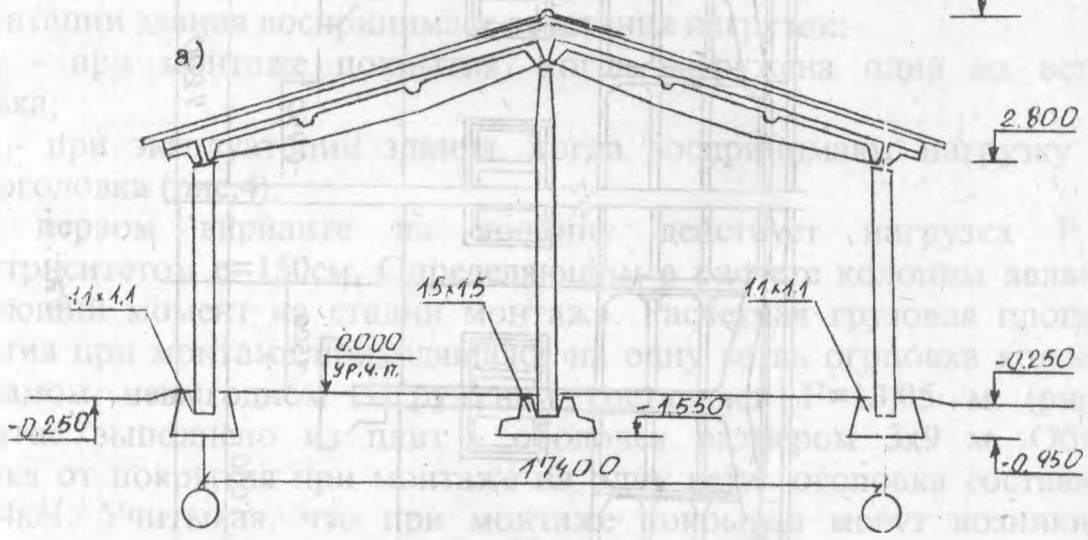


Рис. 2.

расходуя неоправдано электрическую или тепловую энергию. Учитывая увеличение стоимости энергоресурсов и требования правительства Республики сократить их расход, научно-исследовательскими институтами Академии наук Республики Беларусь ведутся исследования по определению рациональных объемов животноводческих помещений, исключая отопление. Поэтому разработку новых конструктивных схем сельскохозяйственных производственных зданий необходимо выполнять с учетом уменьшения неоправданных объемов здания, а также с ограждающими конструкциями, обладающими достаточными теплозащитными свойствами.

При разработке новой конструктивной схемы здания были выполнены необходимые расчеты элементов каркаса здания /1,5/, которые работают, воспринимая на себя несколько видов нагрузок. Колонна в данной схеме играет основную роль. Она воспринимает значительную часть нагрузки от покрытия, а в процессе монтажа и эксплуатации здания воспринимает сочетания нагрузок:

P_I - при монтаже покрытия, когда загружена одна из ветвей оголовка;

P_{II} - при эксплуатации здания, когда воспринимают нагрузку две ветви оголовка (рис.4).

В первом варианте на колонну действует нагрузка P_I с эксцентриситетом $e=150$ см. Определяющим в расчете колонны является изгибающий момент на стадии монтажа. Расчетная грузовая площадь покрытия при монтаже, приходящаяся на одну ветвь оголовка колонны при самом невыгодном загрузении, составляет $F=13,05$ м (рис.5). Покрытие выполнено из плит - оболочек размером 3×9 м. Общая нагрузка от покрытия при монтаже на одну ветвь оголовка составляет $P_I=20,4$ кН. Учитывая, что при монтаже покрытия могут возникнуть динамические нагрузки, силу $P_I=20,4$ кН умножаем на коэффициент динамичности равный 1,4 и получаем расчетную нагрузку $N_I=28,56$ кН. Сечение тела колонны 30×30 см (рис.6), высота колонны $l=4,9$ м. Предполагаем, что оголовок является абсолютно жестким и при приложении силы P с эксцентриситетом $e=150$ см рассчитываем армирование, предполагая что при приложении силы P с эксцентриситетом e часть сечения, более удаленная от точки приложения силы растянута, имеет трещины, расположенные нормально к продольной оси колонны. Растягивающее усилие этой зоны воспринимается арматурой. Часть сечения, расположенная ближе к точке приложения силы, сжата вместе с находящейся в ней арматурой.

Производим расчет колонны с заданными размерами и нагрузками.

Исходные данные:

$$N=28,56 \text{ кН};$$

$$e=1,5 \text{ м}; b=30 \text{ см}; h=30 \text{ см}; l=4,90 \text{ м};$$

Бетон класса В25;

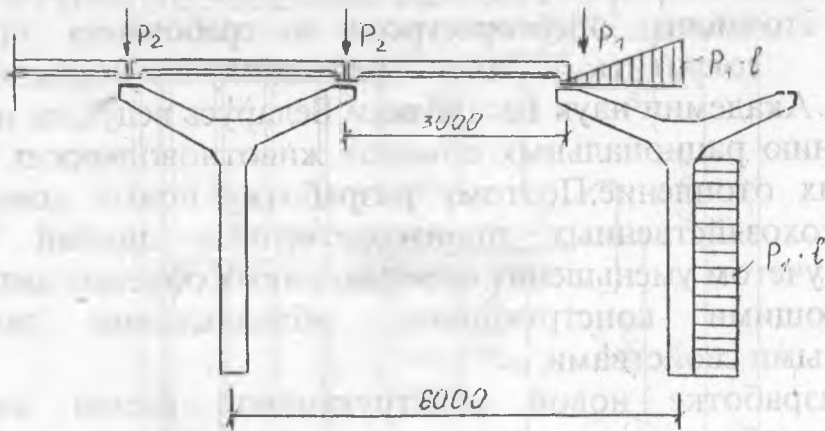


Рис. 4.

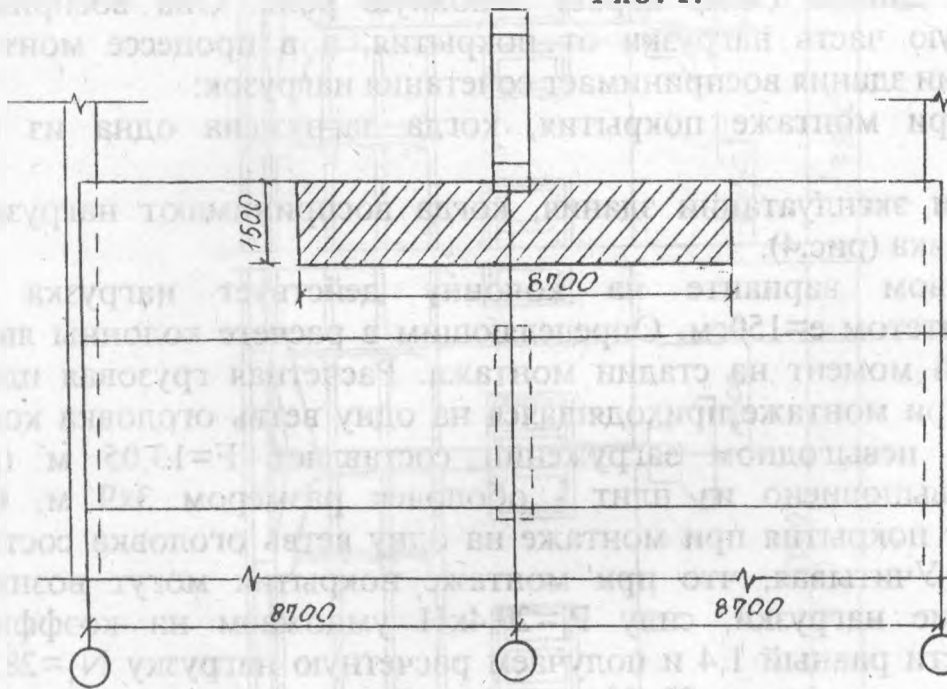


Рис. 5.

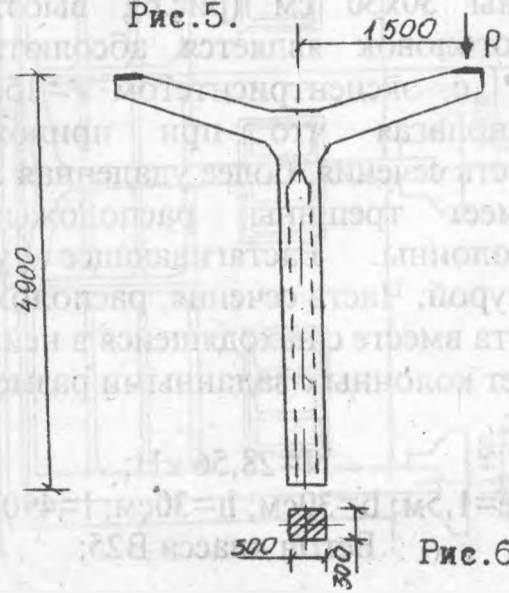


Рис. 6.

$$R=14,5 \text{ МПа}; E=30000 \text{ МПа};$$

Арматура класса А=III

$$R_s=R_{sc}=365 \text{ МПа}; E=200000 \text{ МПа}.$$

Назначаем защитный слой арматуры $a=a'=4 \text{ см}$. Расстояние от края до центра сечения арматуры $h=h'=30-4=26 \text{ см}$. Расстояние между осями сжатой и растянутой арматуры $z_s=30-4-4=22 \text{ см}$.

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{200000}{30000} = 6.78;$$

$$Y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{30 \cdot 30^3}{12} = 67500 \text{ см}^3$$

Находим расстояние от точки приложения силы N до растянутой арматуры:

$$e=e_0+0.5h-a=150+0.5h-a=150+0.5 \cdot 30-4=161 \text{ см}.$$

Находим коэффициент, учитывающий влияние длительного действия нагрузки на прочность элемента в предельном состоянии при $\beta=1$;

$$\varphi_1=1+\beta(M \cdot e/M \cdot e)=1+1 \cdot (42.84/42.84)=2$$

Определяем $\delta=e_0/h=150/30=5$, что удовлетворяет условию

$$\delta_{\min}=0.5-0.01(l_0/h)-0.01R_b=0.5-0.01 \cdot 490/30-0.01 \cdot 14.5=0.192; \delta \geq \delta_{\min}$$

Определяем радиус инерции в плоскости изгиба:

$$i=h/3.46=30/3.46=8.671$$

Вычисляем отношение: $l_0/i=490/8.671=56.51$

По таблице находим $\mu_{\min}=0.2\%$.

Определяем минимальную площадь арматуры

$$A_{S\min}=\mu_{\min} \cdot b \cdot h_0=0.002 \cdot 30 \cdot 26=1.56 \text{ см}^2$$

Предварительно принимаем арматуру:

$$\text{в сжатой зоне} - 2 \text{ } \varnothing 10 \text{ А-III } A_s'=1.57 \text{ см}^2$$

$$\text{в растянутой зоне} - 2 \text{ } \varnothing 18 \text{ АIII } A_s=5.09 \text{ см}^2$$

$$Y_s=A_s(0.5h-a)^2+A_s'(0.5h-a')^2$$

$$Y_s=5.09(0.5 \cdot 30-4)^2+1.57(0.5 \cdot 30-4)^2=805.86 \text{ см}^4$$

Определяем условную критическую силу N_{cr} :

$$N_{cr} = \frac{6.4 \cdot E_b}{l_0^2} \cdot \left[\frac{Y_b}{\varphi_1} \cdot \left(\frac{0.11}{0.1 \cdot \delta} + 0.1 \right) + \gamma \cdot Y_s \right]$$

Гибкость колонны I принимаем в зависимости от способа закрепления, равное $2H$, где H - высота колонны:

$$N_{cr} = \frac{6.430000}{980^2} \cdot \left[\frac{67500}{2} \cdot \left(\frac{0.11}{0.1+5} + 0.1 \right) + 6.78 \cdot 805.86 \right] = 191236.94 \text{ Н}$$

$$N_{cr} = 191.24 \text{ кН} > N = 28.56 \text{ кН}$$

Определяем коэффициент продольного изгиба η по формуле:

$$\eta = \frac{1}{1 - N/N_{cr}} = \frac{1}{1 - 28.56/191.24} = 1.176$$

Определяем эксцентриситет e .

По формуле $e = e_0 \eta + 0.5h - a = 150 \cdot 1.176 + 0.5 \cdot 30 - 4 = 189 \text{ см}$.

Граничное значение ξ_R вычисляем по формуле, в которой значение W находим с учетом влияния косвенного армирования:

$$W = \alpha - 0.008R_b = 0.85 - 0.008 \cdot 14.5 = 0.737;$$

$$\sigma_{sr} = R_s = 365 \text{ МПа}; \quad \sigma_{sc,u} = 400 \text{ МПа};$$

$$\xi_R = \frac{w}{1 + \sigma_{sr} / \sigma_{sc,u} (1 - w / 1.1)} = \frac{0.734}{1 + (365 / 400) \cdot (1 - 0.734 / 1.1)} = 0.563$$

$$\xi = x/h_0 = (N + R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s) / (R_b \cdot b \cdot h_0) \leq \xi_R$$

$$\xi = (28560 + 36500 \cdot 4.02 - 36500 \cdot 1.57) / (14.5 \cdot 100 \cdot 30 \cdot 20) = 0.104 \leq 0.563$$

$$A_r = \xi_R \cdot (1 - 0.5 \cdot \xi_R) = 0.563 \cdot (1 - 0.5 \cdot 0.563) = 0.405$$

Определяем площадь арматуры в сжатой зоне:

$$A'_s = \frac{N_e - A_r \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2}{R_{sc} \cdot z_c} = \frac{28500 \cdot 189 - 0.405 \cdot 14.5 \cdot 30 \cdot 26^2 \cdot 100}{365 \cdot 22 \cdot 100} = -8.109 < 0$$

Армирование не требуется, принимаем армирование по минимальному проценту армирования $A'_s = \mu_{\min} \cdot b \cdot h_0 = 0.002 \cdot 30 \cdot 26 = 1.56 \text{ см}^2$.

Принимаем 2 $\varnothing 10$ А-III $A'_s = 1.37 \text{ см}^2$.

$$\alpha_0 = [N_e - R_{sc} \cdot A_{sc} \cdot (h_0 - a)] / R_b \cdot b \cdot h_0^2 = [28560 \cdot 191 - 365 \cdot 100 \cdot 1.57 \cdot 22] / 14.5 \cdot 30 \cdot 26^2 \cdot 100 = 0.134$$

По таблице находим $\xi = 0.133$.

$$A_s = \xi \cdot b \cdot h_0 \cdot R_b / R_s + A'_s \cdot R_{sc} / R_s - N / R_s = 0.133 \cdot 30 \cdot 26 \cdot 14.5 / 365 + 1.57 \cdot 365 / 365 - 28560 / 365 \cdot 100 = 4.909 \text{ см}$$

Принимаем 2 $\varnothing 18$ А-III $A_s = 5.09 \text{ см}^2$.

Процент армирования сечения:

$$\mu = [(A_s + A'_s) / b \cdot h] \cdot 100\% = [(5.09 + 1.57) / 30 \cdot 30] \cdot 100\% = 0.74\%$$

Расчеты оголовка колонны, стеновой панели и фундамента здания производились с использованием электронного комплекса ЕС 1036 по пакету прикладных программ "Лири".

Результаты испытаний конструктивных элементов здания с достаточной точностью подтвердили теоретические расчеты.

Выводы

Выполненные научные исследования в лабораториях, заводских и построечных условиях позволяют уменьшить расход арматурной стали и бетона на 35-40 %, сократить число монтажных элементов и трудозатраты при возведении зданий по сравнению с типовым проектным решением до 30-35%.

Существующее технологическое оборудование для производственных сельскохозяйственных зданий не требует изменений и хорошо размещается в помещениях с новой конструктивной схемой. Разработанные новые несущие стеновые панели с прокладочной гидроизоляцией, колонны с разветвленным оголовком и фундаменты позволяют компоновать сельскохозяйственные производственные здания и сооружения с безригельным покрытием различных объемов и назначений.

Литература

1. Вахненко П.Ф., Вахненко В.П. Железобетонные конструкции сельскохозяйственных зданий. "Будивельник", Киев, 1982.
2. А7с. N11875144 СССР. Железобетонная панель. Казначеев Н.И. и другие.
3. А.с. N1201466 СССР. Каркас одноэтажного здания. Казначеев Н.И. и другие.
4. А.с. N1637396 СССР. Железобетонная панель. Казначеев Н.И. и др.
5. Немчиков Ю.И. Расчет пространственных конструкций (метод конечных элементов). "Будивельник", Киев, 1980.

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И ИСПЫТАНИИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

П.Радзишевски

В последнее время необходимость усиления дорожных конструкций Польши и строительство дорог для тяжелого движения, стало более актуальной, чем когда то не было. На такое состояние дел влияют следующие причины:

- поступающий процесс соединения Польши с Западной Европой