

ний и сооружений на торфяных основаниях обычно отказываются от оптимального варианта и переносят створы, изыскивая надежное минеральное основание, либо удаляют торф до минерального основания с помощью обычных погрузочно-транспортных средств с предварительным осушением территории [3]. Такие решения резко удорожают строительство и не во всех условиях могут быть применимы.

Наиболее перспективным и экономичным способом является разработка торфа выторфовочно-намывной установкой, позволяющей полную замену слабого торфяного грунта на более прочный – песчаный с естественным фракционированием частиц. По результатам многолетних исследований технологии намыва на торфяных и заболоченных землях был разработан и внедрен новый выторфовочно-намывной способ намыва без сохранения торфа под намытой толщей. Сущность которого заключается в том, что при инъецировании пульпы в слой торфа последний вытесняется и замещается песком. При этом в результате цикла работ за счет совмещения процессов разработки торфа и укладки намываемого грунта обеспечивается непрерывность цикла работ и значительно повышается эффективность данного способа.

Инженерно-геологические условия пойменных территорий г.Бреста характеризуются наличием заторфованных и торфяных грунтов, залегающих с поверхности на глубину до 3,5 м. Суммарный объем этих грунтов составляет около 2500 тыс. м³. При этом стоимость подготовительных работ по удалению заторфованных грунтов землеройными машинами, исходя из расчета затрат на 100 м³ разрабатываемого грунта, в 1,5-2,0 раза превышает стоимость работ по намыву грунта с применением выторфовочно-намывной установки.

В отличие от обычного намыва, когда выбрасываемая из торца пульповода пульпа образует глубокую воронку размыва, при работе выторфовочно-намывной установки, энергия струи используется наиболее полно. Выброс пульпы здесь осуществляется вертикально вниз, а концевой участок трубы опускается по мере размыва толщи торфа. Труба под водой работает как гидромонитор при разработке подводного забоя, образуя глубокую воронку размыва. Ударная сила потока пульпы превышает силу гидромониторной струи за счёт уменьшения длины свободной струи (зазора) между забоем и местом выброса пульпы и её насыщенности песчаными частицами.

Воронка размыва обычно имеет грушевидную форму со значительным количеством боковых «песчаных языков», что является результатом взаимодействия потоков с отраженными и восходящими скоростями [4,5].

Плотность песка в воронке значительно выше, чем при обычном намыве поверхности. Полученное основание лишено таких отрицательных явлений, неизбежных при пригрузке торфяной залежи намывным или насыпным песчаным грунтом, как длительная консолидация погребенного торфа, «плавание» намытой пригрузки и малая несущая способность. Однако наряду с этими преимуществами этот способ характеризуется отрицательными явлениями, снижающими его эффективность;

УДК 624.151

Грицук М.С., Чумичева Н.В., Колтунович А.

ПРЕРЫВИСТЫЕ ЛЕНТОЧНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ С ВЫПУКЛОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ОПИРАНИЯ

Для устройства прерывистых ленточных фундаментов применяются типовые фундаментные плиты по ГОСТ 13580-85 [1] или стеновые фундаментные блоки.

- а) обводненность подготавливаемой территории, что снижает скорость осадки торфа из-за взвешивающего действия воды;
- б) всплытие торфяных полей внутри карты намыва, это приводит к неравномерной высоте намываемого слоя;
- в) появление выпоров торфа на болотах с низкой сопротивляемостью на сдвиг.

Для устранения отмеченных недостатков в Брестском политехническом институте было изобретено, изготовлено и внедрено в производство устройство для намыва [6]. Которое представляет собой насадок и сопло монтируемые на конец пульповода и снабженные четырьмя фильтрационными поворотными трубками. Подающаяся в трубки вода выполняет работу по разрушению торфяной залежи, а из сопла в воронку размыва подается пульпа. Устройство успешно использовалось при намыве территорий Южного района г.Бреста, в торфах с толщиной слоя более 3,5 м. Применение установки позволили, как показали технико-экономические расчеты, снизить себестоимость работ в 2-3 раза, а трудоемкость работ в 2,6-3,6 раза в зависимости от глубины выторфовки и высоты намываемого слоя.

ВЫВОДЫ

Торфяные и заторфованные грунты обладают рядом специфических свойств, обусловленных условиями их образования, и несут региональный характер.

Качество намытого основания определяется технологией работ.

Применение выторфовочно-намывных устройств позволяет создать песчаные основания улучшенного качества и высокой несущей способности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гончарова З.И., Дедок В.Н., Жуков Н.В. Влияние слабых подстилающих грунтов на свойства намывных песчаных оснований // Строительство сооружений и зданий намывных и насыпных основаниях: Сб. научн. тр. / Под ред. В.Е. Сеськова. – Минск: Инст. стр. и арх. Госстроя БССР, 1984. – С. 18 – 20.
2. Вопросы сооружения и эксплуатации насыпей на болотах. – М.: «Транспорт», 1965.
3. Меламут Д.П. Гидромеханизация в ирригационном и сельскохозяйственном строительстве. – М.: Стройиздат, 1967.
4. Дмитриенко Ю.Д., Левченка И.М., Волнин Б.А. Строительство дорог и образование территории на болотах намывным способом. – Ж.: «Гидротехника и мелиорация», №10, 1975.
5. Мелентьев В.А. Намывные гидротехнические сооружения. «Энергия», 1973.
6. А.с. 975894 СССР, МКИ³ Е 02 D 3/12. Устройство для намыва песчаного основания / П.В.Шведовский, В.Г.Федоров, З.И.Гончарова, В.Н.Дедок, П.С.Пойта, В.П.Севрук; Брестский инж-строит. ин-т. - №3279057/29-33; Заявлено 04.03.81; Опубл. 23.11.82. Бюл. №43 // Открытия. Изобретения. – 1982. - №23. – С.36.

Устройство сплошных сборных ленточных фундаментов, в большинстве случаев, особенно для грунтов достаточно прочных, является нерациональным как с экономической

Грицук Михаил Степанович, доктор технических наук, профессор каф. оснований фундаментов, инженерной геологии и геодезии Брестского государственного технического университета.

Чумичева Наталья Викторовна, ассистент каф. оснований фундаментов, инженерной геологии и геодезии Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Колтунович Агнешка, студентка строительного факультета Ченстоховской политехники, Республика Польша.

точки зрения, так и с точки зрения их совместной работы. Для устранения этого недостатка и более полного использования несущей способности грунтовых оснований в настоящее время разработаны новые методы расчета и устройства прерывистых фундаментов под стены, колонны, башни и др. строительные конструкции [2,3]. Подробное описание устройства прерывистых фундаментов для различных строительных конструкций дано в работе [2]. В прерывистых фундаментах, за счет использования пространственной работы грунтового основания, несущая способность грунта значительно увеличивается. Увеличение несущей способности происходит за счет так называемого арочного эффекта, возникающего между фундаментными плитами.

Следует отметить, что при устройстве прерывистых ленточных фундаментов из типовых плит [1], которые имеют плоскую подошву опирания, арочный эффект возникает не по всей ширине ленточного фундамента. Так, по оси ленты он имеет максимальное значение, а по краям, за счет рассеивания напряжений в направлении ширины фундамента, имеет минимальные или нулевые значения. Для более полного использования несущей способности грунтовых оснований и устройства более экономичных и надежных конструкций ленточных фундаментов предлагается использовать, разработанные в Республике Беларусь плиты с выпуклой призматической поверхностью опирания [4,5]. В указанных конструкциях плит, за счет перераспределения реактивного давления на грунт (с максимальными значениями в центре и нулевыми по краям), арочный эффект при устройстве прерывистых ленточных фундаментов будет использоваться более полно. С другой стороны, плиты с призматической поверхностью опирания являются более экономичными, чем типовые [6].

Согласно [2], предельное напряженно-деформированное состояние грунтового основания прерывистого фундамента, с некоторыми ограничениями, приравниваются к напряженно-деформированному состоянию основания под эквивалентными сплошными фундаментами из плит с плоской подошвой (рис. 1).

Считается, что от действия нагрузки в промежутках между плитами в грунтовом основании образуются арочные своды, которые передают давление на грунт по всей длине ленточного фундамента. На рис. 1 показаны две плиты шириной b_n , уложенные на расстоянии $2c_1$ друг от друга.

При приложении нагрузки сначала появляются упругие ядра abc и $a_1b_1c_1$ под каждой плитой. При этом образуется арочный свод boa_1 . При дальнейшем увеличении нагрузки образуется общее упругое ядро acb_1 под обеими плитами. При этом возникнут: зона пластических деформаций II и зона вы-

пириания III. В результате получаются предельные поверхности скольжения c_2de и $c_2d_1e_1$. Кривые c_2d и c_2d_1 по данным [7] определяются по уравнению

$$r_s = b_0 e^{(0,75\pi - \alpha) / \text{tg} \varphi} / \sqrt{2}, \quad (1)$$

а длина зон выпора a определится по уравнению

$$a = \frac{\cos 0,75\varphi e^{(0,5\pi - 0,25\varphi) / \text{tg} \varphi}}{b_0 \sqrt{2} \sin(0,25\pi - 0,5\varphi)}, \quad (2)$$

где $b_0 = 2b_n + 2c_1$.

α – угол, образующий границы дуг c_2d и c_2d_1 ,

φ – угол внутреннего трения грунта.

Если прерывистый фундамент состоит из 3 и большего количества плит, то зоны выпора III будут иметь место только у крайних плит, а в промежутках между ними будут только зоны уплотнения.

На рис. 2 показаны зоны упруго-пластических деформаций и эпюра реактивных давлений на глубине h_a , где реактивные давления распределяются непрерывно с максимальными значениями под плитами и минимальными в промежутках. Среднее значение давления на грунт q_{cp} на глубине h_a определится из уравнения

$$q_{cp} = \Sigma N_p / (AB), \quad (3)$$

где N_p – расчетная нагрузка на одну плиту;

AB – размеры площади опирания под ленточным фундаментом на глубине h_a .

При таком распределении реактивных давлений по глубине основания в верхней части до глубины h_a грунт работает в условиях пространственного напряженно-деформированного состояния, а ниже глубины h_a в условиях плоской задачи. В условиях пространственной задачи несущая способность грунтового основания значительно больше, поэтому при устройстве прерывистых ленточных фундаментов можно уменьшить их размеры и получить соответствующий экономический эффект.

Однако следует заметить, что при устройстве прерывистых фундаментов из типовых плит, которые имеют плоскую подошву, по краям плит развиваются зоны пластических деформаций, которые ограничиваются нормами [8] до глубины 0,25 ширины фундамента. В то же время по краям плит, параллельным оси ленты фундамента, происходит рассеивание напряжений, поэтому возникает вопрос о правомочности использования расчетных схем рис. 1 по всей ширине фундамента.

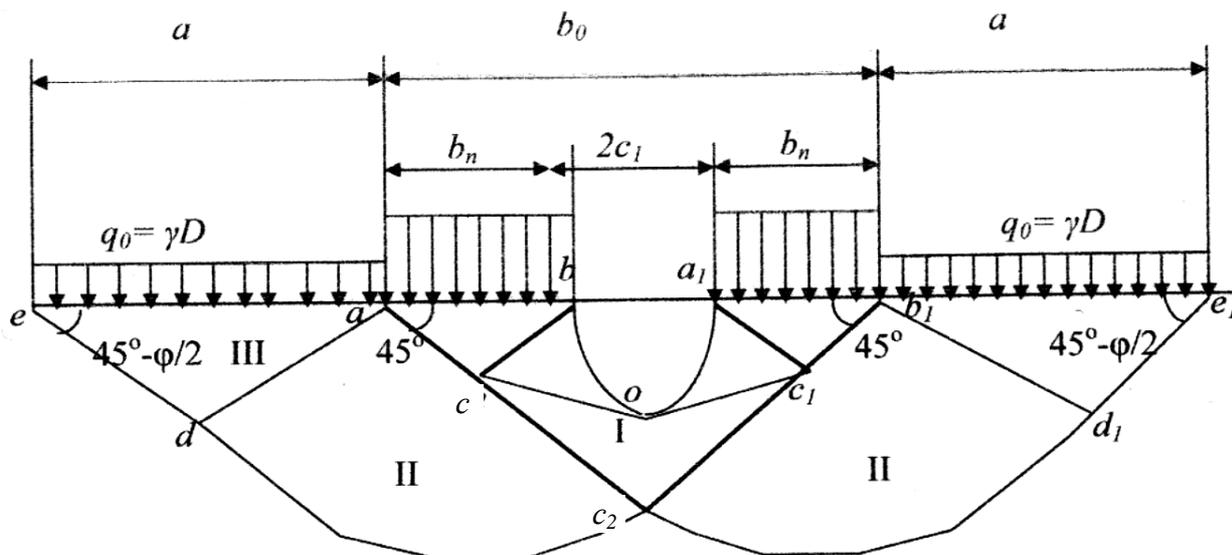


Рис. 1. Схема распределения зон упруго-пластических деформаций под подошвой прерывистого ленточного фундамента из плит с плоской подошвой.

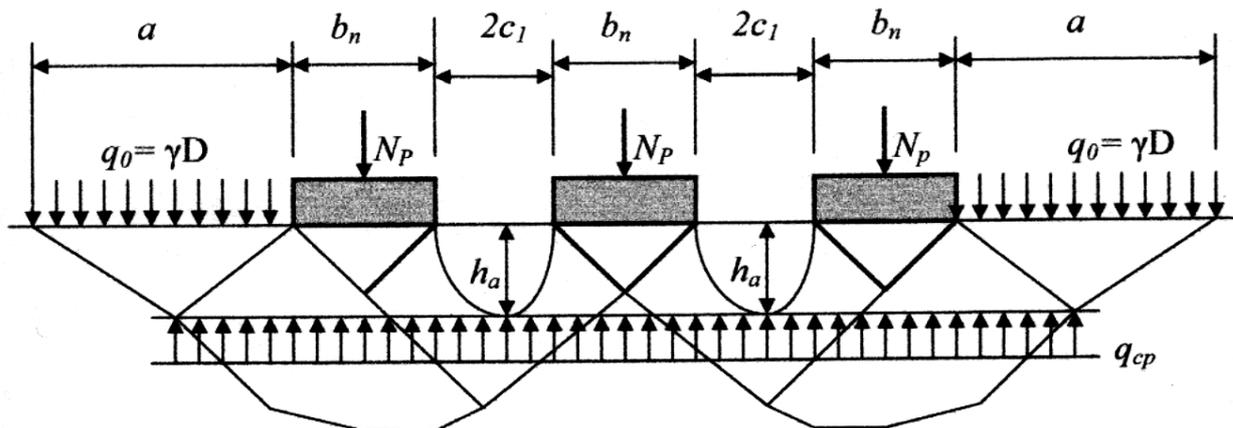


Рис. 2. Схема распределения зон упруго-пластических деформаций и эпюра реактивных давлений на глубине h_a в прерывистом фундаменте, состоящему из трех плит.

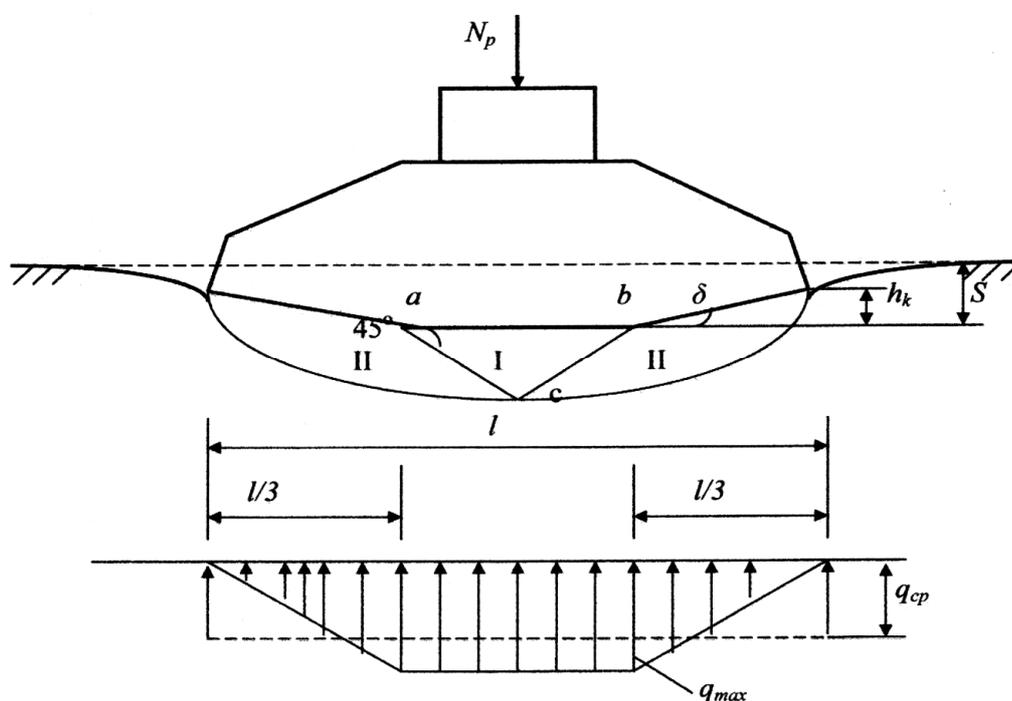


Рис. 3. Схема работы грунтового основания и распределение реактивных давлений для плит с призматической подошвой.

В плитах с выпуклой призматической подошвой [4,5,6] распределение реактивного давления по ширине ленты фундамента неравномерное с максимальными значениями в центральной части и равными нулю по краям (рис. 3). При таком распределении реактивного давления под подошвой плит непрерывного фундамента, даже при нагрузках, превышающих в 2-3 раза расчетные [6], не образуются ни зоны пластических деформаций по краям (так как там давление на грунт равно нулю), ни упругое ядро по всей длине плиты. То есть, в пределах расчетных нагрузок, грунт под плитой в перпендикулярном направлении оси ленты фундамента работает как упругое тело. Поэтому при устройстве прерывистого ленточного фундамента из плит с призматической подошвой расчетная схема, изображенная на рис. 1, будет иметь место только в средней, горизонтальной части плиты. По мере перемещения на край ленты фундамента реактивное давление уменьшается до нуля. Поэтому здесь будут отсутствовать как зоны пластических деформаций, так и рассеивание напряжений за краем фундаментной ленты. То есть, для прерывистых фундаментов из плит с призматической подошвой арочный эффект будет сосредоточен в средней части плит и работа грун-

тового основания будет более полной и эффективной, чем для фундаментов из типовых плит с плоской подошвой.

На рис. 3 показано:

I – упругое ядро, которое расположено под горизонтальным участком подошвы плиты с наклоном под углом 45° к горизонтали;

II – зоны упругих деформаций;

h_k – подъем консолей плиты;

S – полная осадка фундамента.

Ширину плит b_n и расстояние между плитами $c=2c_1$ для прерывистого ленточного фундамента можно определить по данным [2,3]. Так по данным [2] ширину плит можно определить из уравнения

$$b_n = b_2 \left[1 - \left(1 - \frac{\sigma}{\sigma g \varphi + C} \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \right) \right], \quad (4)$$

где $b_2 = b_n + c_1$;

C – удельное сцепление грунта;

σ – напряжение, при котором определяются показатели φ и C .

Из (4) найдем расстояние c_1

$$c_1 = 2b_n \frac{1 - \frac{\sigma}{\sigma \operatorname{tg} \varphi + c} \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)}{1 - \left[1 - \frac{\sigma}{\sigma \operatorname{tg} \varphi + c} \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \right]} \quad (5)$$

Для песчаных грунтов, принимая $C = 0$, получим, что

$$c_1 = 2b_n \frac{1 - \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi} \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)}{1 - \left[1 - \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi} \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \right]} \quad (6)$$

При известной ширине плиты, по уравнению (5) или (6), можно определить расстояние между плитами прерывистого фундамента, равное $2c_1$. Так, например, для песчаных грунтов ($C = 0$) при ширине плиты $b_n = 1$ м будем иметь: при $\varphi = 30^\circ$ $c = 0,0$ м; $\varphi = 34^\circ$ $c = 0,53$ м; $\varphi = 40^\circ$ $c = 1,58$ м; $\varphi = 45^\circ$ $c = 2,50$ м.

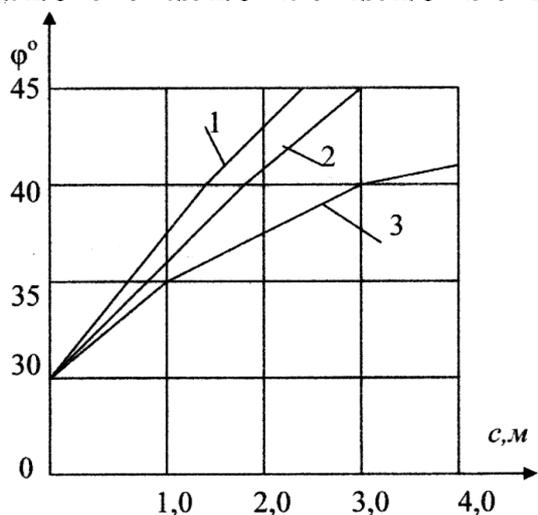


Рис. 4. Графики изменения прерывистости в зависимости от угла φ .

На рис. 4 показаны графики изменения прерывистости в зависимости от угла внутреннего трения и ширины плит:

- 1 – для плиты шириной 1 м;
- 2 – для плиты шириной 1,2 м;
- 3 – для плиты шириной 2 м.

Из уравнений (5) и (6) находим, что прерывистость имеет пропорциональную зависимость от ширины плиты. Поэтому при ширине плит b_x расстояние между плитами можно определить по формуле

$$c_x = c_1 b_x,$$

где c_1 – расстояние между плитами при ширине плит 1 м, определяемое по графику рис. 4 кривая 1.

УДК 624.131

Демина Г.П.

ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ ПО СОСТАВУ НАСЫПНЫХ ГРУНТОВ

Строительство на насыпных грунтах является одной из наиболее важных и сложных проблем, обусловленных широким распространением таких грунтов. Образование и накопление их связано с хозяйственно-бытовой деятельностью: строительством, сельскохозяйственными работами, производ-

ством строительных материалов, бытовой деятельностью человека и др. Насыпные грунты обладают рядом специфических особенностей, отличающих их от грунтов естественного сложения. Такими особенностями являются: изменчивость состава и сложения, повышенная и неравномерная сжимае-

$$k_d = \frac{B L}{n b_n l}, \quad (7)$$

где $B \cdot L$ – площадь ленты непрерывного фундамента;
 n – число плит в прерывистом фундаменте.

По СНиПу [8], в зависимости от вида грунтового основания, принимается коэффициент прерывистости k_d , тогда число плит в прерывистом фундаменте будет равно

$$n = \frac{B L}{k_d b_n l} \quad (8)$$

и фактическое расстояние между плитами

$$c = \frac{L - n b_n}{n - 1}. \quad (9)$$

Среднее давление под подошвой плит прерывистого фундамента q_n

$$q_n = \frac{N_p}{n b_n l}. \quad (10)$$

Коэффициент превышения расчетного давления

$$k_{df} = q_n / q_{cp}. \quad (11)$$

где q_{cp} – среднее давление под непрерывным фундаментом.

Согласно [8] k_{df} должен быть не больше k_d , т. е.

$$k_{df} \leq k_d \quad (12)$$

При устройстве прерывистых фундаментов с глубиной заложения более 1 м и прерывистостью больше 2 м, то, с целью экономии материалов, фундаментные стены можно устраивать на столбах, на которые укладываются рандбалки или устраиваются монолитные железобетонные пояса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 13580-85. Плиты железобетонные ленточных фундаментов. - М.: Стройиздат, 1984.
2. Фидаров М. И. Проектирование и возведение прерывистых фундаментов. -М.: Стройиздат, 1986.
3. Сорочан Е. А. Фундаменты промышленных зданий. – М.: Стройиздат, 1986.
4. ТУ 223 БССР 12-86. Плиты железобетонные с призматической поверхностью опирания для ленточных фундаментов/ Республ. Техн. Центр .- Минск, 1986 (Технические условия).
5. Плиты железобетонные с призматической поверхностью опирания для ленточных фундаментов. – Минск, Госстрой БССР. 1987 – Рабочие чертежи. Вып. 1,2 (Типовые конструкции, изделия и узлы зданий и сооружений).
6. Грицук М. С. Рациональные конструкции плитных фундаментов. – Брест, БрПИ, 1997.
7. Березанцев В. Г. Расчет оснований и сооружений. – Л.: Госстройиздат, 1970
8. СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1983.

Демина Галина Петровна, ассистент каф. оснований фундаментов, инженерной геологии и геодезии Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Строительство и архитектура