

Список використаної літератури:

1. Безрук В.М. Развитие методов укрепления грунтов / В.М. Безрук // Автомобильные дороги.- 1976.- №6.- С.3-8.
2. Большаков В. И. Строительное материаловедение / В.И. Большаков, Л. И. Дворкин. – Днепропетровск: Днепр – VAL, 2004. – 677 с.
3. Дворкин Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 363 с.
4. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика. Новая область науки / П.А. Ребиндер.-М.: Знание, 1958.-64 с.
5. Щукин Е.Д. Коллоидная химия / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина.-М.: Высшая школа, 2004.-445 с.
6. Безрук В. М. Укрепления грунтов в дорожном и аэродром строительстве / В. М. Безрук. – М. : Транспорт, 1971. – 246 с.
7. Безрук В. М. Укрепленные грунты. (Свойства и применение в дорожном и аэродромном строительстве) / В. М. Безрук, И. Л. Гурячков, Т. М. Луканина, Р. А. Агапова. - М. : Транспорт, 1982. - 231 с.
8. Гончарова Л. В. Основы искусственного улучшения грунтов / Л. В. Гончарова. – М. : МГУ, 1973. – 375 с.
9. Сиденко В. М. Напряженно-деформированное состояние цементогрунта, вызванное теплообменом / В. М. Сиденко, Н. Н. Коркушко // Материалы VII Всесоюзного совещания по закреплению и уплотнению грунтов. – М. : Энергия, 1971. - С. 104-106.
10. Ястребова Л. Н. Морозостойкость грунтов, укрепленных битумными вяжущими совместно с цементом / Л.Н. Ястребова, И.А. Плотникова, В.С. Цветков // Труды / СоюздорНИИ. – М., 1970. - Вып. 38. - С. 83-100.

В статье отображены технологические процессы и трудовые расходы при строительстве опытного участка основы покрытия автодороги из укрепленного грунта.

Ключевые слова: укрепленный грунт, известь, химическая примесь "Релаксол", технологические операции.

In the articles represented technological processes and labor charges are at building of experimental area of basis of coverage of motorway from the fixed soil.

Keywords: fixed soil, lime, chemical admixture of "Relaksol", technological operations.

Дата надходження в редакцію: 15.03.12 р.

Рецензент: д.т.н., професор Філатов Л.Г.

УДК 666.97.03

ПНЕВМОБЕТОНУВАННЯ ТОНКОСТІННИХ МОНОЛІТНИХ РЕЗЕРВУАРІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ДРІБНОЗЕРНИСТИХ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

О.П. Павлов, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Пневмобетонування тонкостінних монолітних резервуарів із застосуванням дрібнозернистих бетонних сумішей економічно доцільно і дозволяє комплексно механізувати виконання технологічного процесу.

Постанова проблеми у загальному вигляді.

Характерним для методу набризкування є суміщення в єдиному виробничому процесі транспортування, укладки і зцілення бетонної суміші при повній механізації всіх технологічних операцій.

На практиці метод набризга із застосуванням пневматичних апаратів реалізується у вигляді «мокрого» або «сухого» пневмобетонування. «Мокре» пневмобетонування полягає у вживанні готових дрібнозернистих бетонних сумішей, що диспергують на окремі гранули, які транспортуються по трубопроводу в зваженому стані і укладаються в конструкцію з самоущільненням. «Су-

хе» пневмобетонування полягає в нанесенні на бетонувану поверхню під тиском стислого повітря одного або декількох шарів дрібнозернистого бетону, що подається по шлангу у вигляді сухої суміші, зволоженої водою, що зачинається, при виході з сопла. До складу бетонної суміші входить щебінь або гравій фракції до 20 мм і добавки – прискорювачі схоплювання і тверднення бетону.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Відомий ряд цінних властивостей набризгбетону, який відрізняється підвищеними показниками щільності, міцності, водонепроникності та ін., а також універсальності методу, можливості використання його в самій різноманітній обстановці, у важкодоступних місцях, можливість бетону-

вання тонкостінних конструкцій по односторонній опалубці чи взагалі без опалубки [1,2,3].

Набризг-бетон – це один із небагатьох надійних способів нанесення захисних покриттів на бетонні поверхні, що піддаються дії агресивних середовищ і низьких температур, омоноличування збірного залізобетону, виправлення дефектів в бетоні і т.п. [1,2].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми

Перспективне використання набризг-бетону як самостійного конструктивного матеріалу для облаштування різноманітних ємкостей і облицювання, особливо в сільськогосподарському будівництві.

Формулювання цілей статті

На будівництвах Сумщини сільськогосподарського і виробничого призначення накопичений

значний досвід ведення набризгбетонних робіт, як «сухим», так і «мокрим» способом, з вирішенням ряду технічних і технологічних способів їх виконання. Тому ціллю статті є узагальнення результатів впровадження для широкого їх використання в сільськогосподарському будівництві в подальшому.

Виклад основного дослідження

«Мокрий» спосіб набризг-бетону

Сутність «мокрого» набризг-бетонування полягає в тому, що дрібнозерниста бетонна суміш розчинонасосом, дообладнаним приставкою, подається в змішувальну камеру, де вона підхоплюється зжатым повітрям, що поступає від компресора і транспортується у підвищеному стані по гнучкому матеріальному шланзі до конусної насадки, звідки з великою швидкістю (80...120 м/с) поступає на поверхню, яка бетонується (рис. 1)

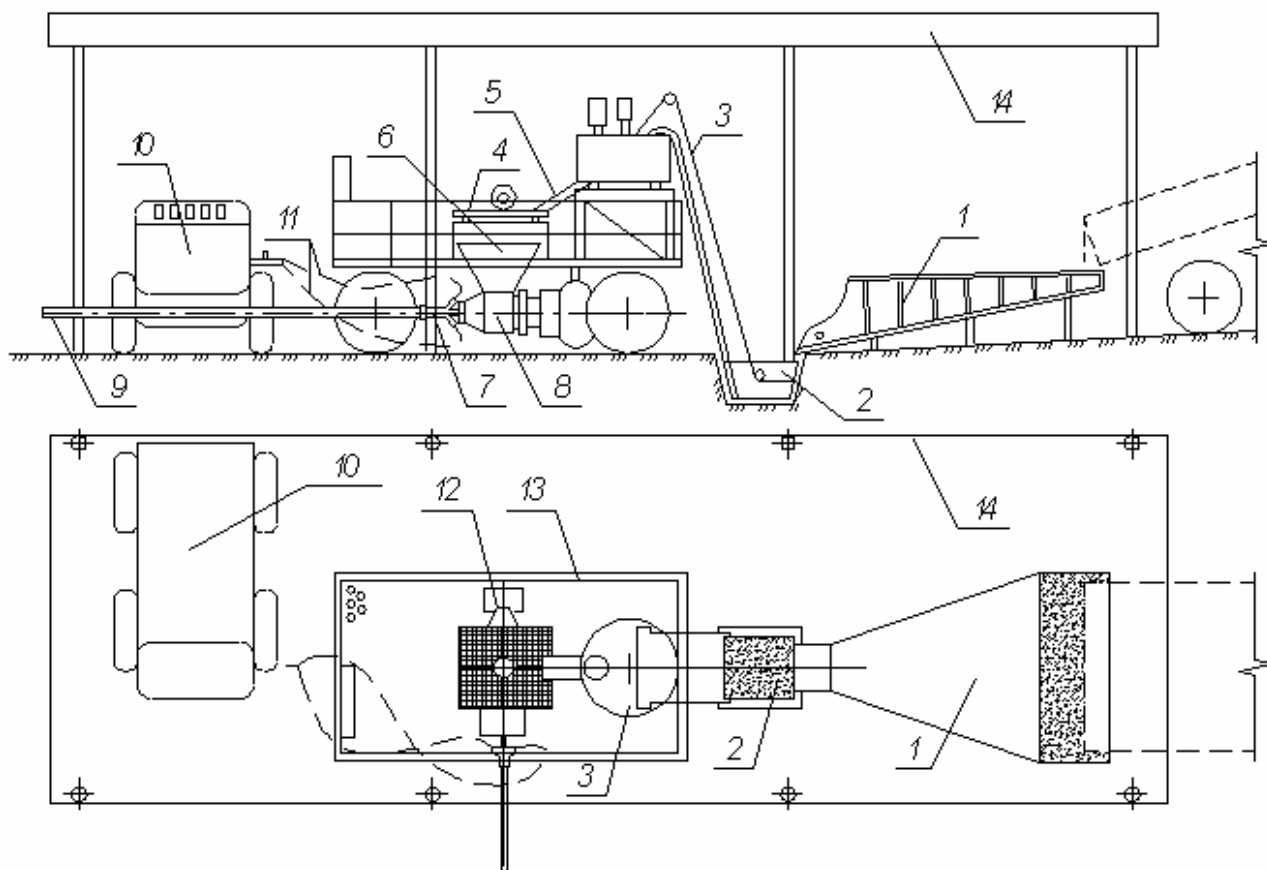


Рис.1. Схема розстановки механізмів для пневмобетонування:

- 1 - приймальний бункер (віброживильників) для бетонної суміші; 2 - скіповий підйомник, 3 - бетонозмішувач, 4 - вібросито, 5 - стіл, 6 - прийомний бункер розчинонасоса; 7 - розчинонасос прямої дії; 8 - змішувальна камера; 9 - бетоновод (матеріальний шланг); 10 - компресор; 11 - повітряний шланг; 12 - ящик для великих включень (залишків процідженої бетонної суміші); 13 - робочий майданчик; 14 - навіс.

При русі бетонної суміші у підвищеному стані по матеріальному шланзі при набризгі від суміш відділяється і уноситься в атмосферу частина незв'язаної води зачинення, внаслідок чого на бетонувану поверхню суміш потрапляє менш рухливою, чим при приготуванні і транспортуванні.

При «мокрому» способі забезпечуються: постійність складу суміші, яка укладається, особливо при централізованому її приготуванні; можливість використання місцевих наповнювачів з вологістю більш 6...7%; зниження втрат через «відскоку».

Для пневмобетонування «мокрим» способом

переобладнаний на прямоточну схему дії серійний прямоточний розчинонасос з пневмоприставкою для утворення розчино-повітряної суміші. В склад комплексу також входять: компресорна станція потужністю 9...10 м³/хв., бетонозмішувач примусової дії з скіповим підймачем, вібросито з ячейками 10×10 мм, приймальний бункер, комплект гнучких рукавів для подачі бетонної суміші і зжатого повітря, сопло для нанесення пневмобетону (рис. 1).

Використання централізовано приготованих на БЗВ бетонних сумішей з точним дозуванням всіх компонентів сприяє значному скороченню ручних робіт на будівельному майданчику і підвищенню якості бетону. Але через значні відстані при перевезенні централізовано виготовлені бетонні суміші доставляються автосамоскидами на будівельний майданчик малорухливими і розшарованими.

Для відновлення їх структури перед бетонуванням необхідне додаткове перемішування. Рационально використовувати сухі бетонні суміші з центрального БЗВ з остаточним приготуванням їх на об'єктному бетонозмішувачі.

Основними умовами отримання якісного пневмобетонування є:

- тиск стисненого повітря, що підводиться до приставки, повинен бути не менше 5-6 атм.;
- напрямок факела (виліт суміші з сопла) перпендикулярно до площини бетонування. Цим досягається мінімальний «відскік», оскільки більша його частина захоплюється струменем факела і ущільнюється в масі;
- відстань сопла до бетонованою поверхні має бути не менше 0,7 і не більше 1,2 м;

• при нанесенні пневмобетону сопловщик повинен переміщати сопло колоподібними рухами. Час від моменту приготування до укладання бетонної суміші не повинно перевищувати 40 хвилин;

- бетонна суміш повинна попередньо протягом 1,5-2 хв. активізуватися в бетонозмішувачі;
- сопловщик повинен бути добре навчений і мати тверді практичні навички у роботі з соплом;
- у разі перерви в пневмобетонуванні арматура, що залишилася не покритій бетонною сумішшю, підлягає очищенню від частинок бетонної суміші

У разі неможливості організації централізованої доставки бетонної суміші необхідно передбачити завезення та створення відповідного запасу на повний обсяг пневмобетонування цементу, піску, щебеню чи гравію.

Для поліпшення рухливості і зменшення усадки бетонної суміші в неї вводять (при активізації) сульфатно-спиртову барду і алюмінієву пудру, відповідно 0,15% і 0,015% від ваги цементу.

«Сухий» спосіб пневмобетонування

Метод бетонування набризгом почав свій розвиток з торкретування. Складний механізм формування макроструктури набризг-бетону можна представити в вигляді двох простих процесів, протікаючи одночасно: формування на покриваючій поверхні пластичного шару з дрібних часток і втоплювання в шар крупних зерен [3]. При «сухому» методі в складі потоку аеросуспензії містяться зерна цементу, піску та щебеню, змочені водою на виході з сопла (рис. 2).



Рис. 2. Бетонна суміш при виході із сопла.

Досягнувши бетонованої поверхні, частки цементу та піску, змочені водою, спочатку утримуються на ній силами поверхневого натягу води,

утворюючи плівку в'язкого шару. Максимальний розмір часток D, що затримуються на поверхні,

можна визначати з рівняння енергії системи «частинка-вода» за формулою

$$D \leq \frac{1.68 \cdot \sigma}{\rho \cdot v^2 \cdot k_v^2} \quad (1)$$

де δ - коефіцієнт поверхневого натягу води, ρ - істинна щільність частинок; v - швидкість частинок в момент удару об поверхню. k_v - коефіцієнт, що враховує втрату швидкості після удару. Досліди показують, що для кварцового піску розмір частин, утримуваних силою поверхневого натягу води, не повинен перевищувати 0,10...0,15 мм. В складі набризг-бетонного потоку такими частками є зерна цементу і пилюватої фракції заповнювачів. Вони й формують пластичний (в'язкий) шар. Проникаючи в нього більші частки заповнювача гасять свою швидкість, повністю витрачаючи кінематичну енергію на подолання в'язкого опору, і залишаються в в'язкому шарі.

При фракційному заповнювачі спочатку у в'язкому шарі зупиняються частинки самої дрібної фракції, а більші відлітають у «відскок» заповнювача. Створений шар є в'язким середовищем для утримання більш великих частин і т.д. При дотиканні знов підлітаючих зерен заповнювача з поверхнею бетонованого шару відбувається пружний удар, який гальмує їхній рух. Тому маса проникаючого зерна повинна бути здатна зберігати після удару достатню кількість енергії для подолання опору в'язкого шару. Для кварцового піску воно дорівнює.

$$D_{n+1} \approx 2D_n \quad (2)$$

де D_{n+1} - діаметр проникаючого зерна;

D_n - діаметр в поверхновому шарі, з яким відбувається удар.

Таблиця 1

Оптимальні розміри фракцій кварцового піску

Номер фракцій	I	II	III	IV
Розмір зерен, мм	0,15-0,20	0,40... 0,60	1,0... 1,5	2,5...3,5

При зіткненні зерен меншого співвідношення виникає «відскок». Аналітична залежність «відскоку» від основних технологічних факторів виражається формулою

$$K_0 = \frac{\alpha \cdot \delta \cdot k_m}{\alpha \cdot \delta \cdot k_m + 1} \cdot 100\% \quad (3)$$

де K_0 - величина відскоку у відсотках від загального обсягу заповнювача;

δ - співвідношення об'ємних частин заповнювача і цементного тесту (склад суміші);

k_m - коефіцієнт, що враховує форму зерен заповнювача. Для зерен окатаної форми $k_m = 0,76...0,95$, для зерен неправильної рваної форми $k_m = 1,10...0,25$. α - відносна глибина проникнення зерна, що визначається відношенням абсолютної глибини проникнення L до розміру зерна D . Для кульової форми зерен

$$\alpha = \frac{L}{D} = \frac{\tau}{\epsilon} \cdot k_{np} \cdot \rho \cdot v \quad (4)$$

де k_{np} - коефіцієнт проникнення, величина, яка змінюється в залежності від водоутримання набризг-бетону і може прийматися за даними, наведеними в таблиці 2. Консистенція шару, що укладається набризг-бетону в залежності від водоцементного співвідношення наведена в табл. 2.

Таблиця 2

Вид зерен заповнювача	Коефіцієнт проникнення k_{np} при значеннях В/Ц, $\frac{\text{см}^2 \cdot \text{с}}{\text{г}}$				
	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44
Окатанні гладкі	$4,5 \cdot 10^{-5}$	$7,5(10^{-5})$	$9,8(10^{-5})$	$1,2(10^{-4})$	$1,4 \cdot 10^{-4}$
Неокатанні з рваною поверхнею	$3,8(10^{-5})$	$6,2(10^{-5})$	$8,7(10^{-5})$	$9,9(10^{-4})$	$1,3 \cdot 10^{-4}$

Оптимальне значення відносної глибини проникнення знаходиться в межах $\alpha = 0,5 \dots 1,0$

При однофракційному заповнювачі величина «відскоку» має максимальні значення. Застосування фракційних заповнювачів веде до зменшення «відскоку», особливо у випадку, коли окремі фракції в загальному обсязі заповнювача взято у рівному співвідношенні.

Методом пневмо-бетонування на будівництвах Сумщини зведені десятки об'єктів. Це резервуари для води ємністю 100-1000 м³, заглиблені гноєсховища, силососховища заглиблені та надземні з ґрунтовими насипними стінками і т.д. Бетонування вироблялося «сухим» способом за допомогою однокамерною бетон-шприц-машини СБ-67 і СБ-67А. Розміщення технологічно пов'язаного обладнання (СБ-67, бетонозмішувач, ємність для води, рідких добавок, насос) здійснено

в одному мобільному агрегаті, що значно спростило перебезування його з об'єкта на об'єкт.

Товщина шару, що укладається набризг-бетону залежить від кута нахилу сопла до бетонованої поверхні. Багаторічною практикою встановлено, що при бетонуванні вертикальних і стельових поверхонь мінімальні втрати матеріалу в «відскок» і максимальна міцність набризг-бетону досягається при напрямі струменя бетонної суміші з сопла перпендикулярно бетонованій поверхні.

Особливо ефективний метод набризг-бетонування в природних умовах при виконанні невеликих обсягів ремонтних робіт, відновлення несучої здатності уражених корозією бетонних конструкцій, зведенні тонкостінних конструкцій з однобічною опалубкою.



Рис. 3 Мобільний агрегат пневмо-бетонування на будівництві наземного силососховища.

З появою нового основного обладнання розширюється можливість використання шприц-бетонування в будівництві. Наприклад, установка ЛС-1 (рис. 4) виробництва фірми «Альпсервіс» призначена для нанесення бетонної суміші «сухим» способом, вигідно відрізняється від вітчизняної СБ-67А.



Рис. 4. АС-1

Технічні дані шприц-бетон у станок «сухого» бетонування

Найменування показників	СБ-67А	АС-1
1. Продуктивність по витраті сухої суміші, м ³ /год	4,0	0,5..2,5
2. Дальність подачі, м:		
- по горизонталі	до 200	до 200
- по вертикалі	до 35	до 100
3 Максимальна крупність заповнювача, мм	20	8
4. Витрата стисненого повітря, м ³ /хв	6...8	2...5
5. Робочий тиск, МПа	0,4... 0,6	0,5...0,6
6. Внутрішній діаметр транспортних шлангів для суміші, мм	50	25...32
7 Місткість робочої камери, л	450	30

Висновок: Пневмобетонування тонкостінних монолітних резервуарів та інших ємкостей із застосуванням дрібнозернистих бетонних сумішей економічно доцільно і дозволяє комплексно механізувати виконання технологічного процесу.

Список використаної літератури:

1. Павлов О.П. Впроваджуємо шлакосилікатний шприцбетон / О.П. Павлов. – К.: Сільське будівництво. №9. 1975. – С. 15-16.
2. Павлов А.П. Новое в возведении конструкций методом набрызга / А.П. Павлов. – М.: Сельское строительство. №3, 1978. – с. 18-19.
3. Дюженко М.Г. Набрызг-бетонные работы в строительстве / М.Г. Дюженко, А.Я. Кацман, А.С. Барчук, А.П. Павлов. Под научной редакцией д.т.н, профессора О.П. Мчедлова-Петросяна. – К.: «Будівельник», 1980. – 119 с., ил.
4. Павлов О.П. Безопалубочне бетонування в сільськогосподарському будівництві / О.П. Павлов, М.В. Савенко.– Суми.: Вісник СНАУ. Вісник СНАУ. Науково-методичний журнал. Будівництво. №9 (13), 2009. – с. 106-109

Пневмобетонування тонкостенных монолитных резервуаров с применением мелкозернистых бетонных смесей экономически целесообразно и позволяет комплексно механизировать выполнение технологического процесса.

Дата надходження в редакцію: 28.03.12 р.
Рецензент: к.т.н., професор Кожушко В.П.

УДК 624.154

ДОСЛІДЖЕННЯ ФПС ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ НА БУДІВНИЦТВІ В СУМСЬКІЙ ОБЛАСТІ

О.П. Павлов, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Приведені результати досліджень і реальних дослідів ФПС на об'єктах будівництва у Сумській обл. Рекомендовано до впровадження на об'єктах фермерських господарств, в жилому і культурно – побутовому будівництві.

Постанова проблеми у загальному вигляді. Для будівництва невеликих будівель фермерських господарств, та жилого будівництва можна рекомендувати ефективні фундаменти у пробитих свердловинах (ФПС) із широким використанням місцевих матеріалів при будівництві. Фундаменти у пробитих свердловинах представляють собою короткі набивні палі з потовщенням у нижній частині або без потовщення. Свердловини утворюються ударами циліндричної трамбівки, що падає по одному сліду, тобто без витягання ґрунту. Потовщення влаштовується після пробивки свердловини втрамбуванням твердого водонерозчинного матеріалу – щебня, бою керамічної цегли, щебериту, котельного шлаку та ін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Матеріали для пристосування ФПС приймаються в залежності від несучої здатності палі, що потребується для конкретних інженерно-геологічних умов будівельного майданчику. Несучу здатність ФПС можна регулювати в широких межах за рахунок об'єму твердого втрамбованого матеріалу в потовщену частину палі. Залежність несучої здатності палі від об'єму втрамбованого в потовщену частину щебеню визначалась дослідним шляхом на майданчику будівництва.

Формулювання цілей статті. В геоморфологічному відношенні будівельний майданчик приурочений до V надзаплавної тераси р. Псел. Рельєф рівний. З поверхні землі майданчик складений такими ґрунтами (рис. 1):

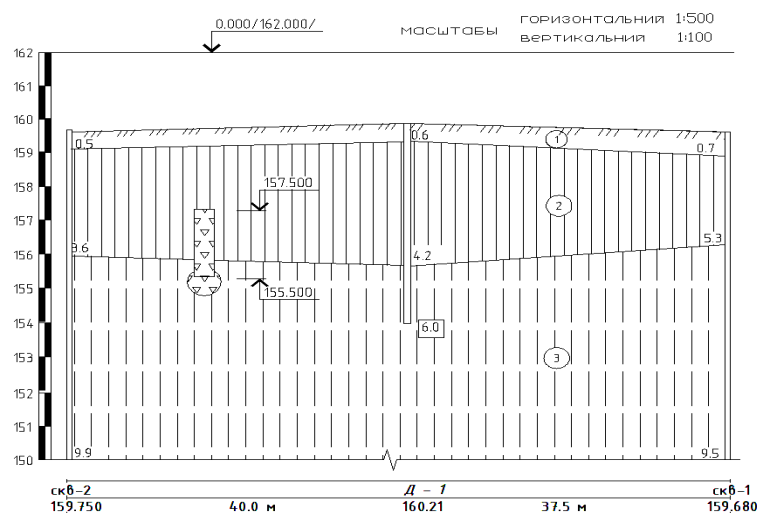


Рис. 1 Інженерно – геологічний розріз

- шар I. Ґрунти чорноземні. Потужність шару 0,5...0,7 м;
 - шар II. Суглинок лісовидний, високопористий. Потужність шару 2,6...3,6 м. Володіє просадковими якостями.
 - шар III. Супісок лісовидний з плямами. Потужність шару 6,2...6,3 м. Ґрунт не просадковий.
- Ґрунтові води залягають на глибині 25 м від поверхні землі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для проведення дослідів був викопаний кот-

лован під будівлю з абсолютною відміткою дна 157.00 м. Свердловини, що випробовують пробиті з прорізкою просадкового ґрунту шару II і входженням в непросадковий шар III на глибині менше 0,5 м, тобто потовщення фундаменту з утрамбованого щебеню формувалось у шарі III (рис. 1)

В межах котловану свердловини, що випробовуються, пробиті за допомогою мобільних установок на базі тракторів Т – 150К, виготовлених у майстернях будівельних організацій Сумського