

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЩЕЛЕВОГО РЕЗАНИЯ ГРУНТА ПОД ГЕОСТАТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Михаил Сукач, Юрий Филонов

Киевский национальный университет строительства и архитектуры
Адреса: Україна, 03680, Київ-037, Повітрофлотський проспект, 31; e-mail: mks@mail.ru

Аннотация. Разработан стенд для исследования процесса вырезания щели в массиве грунта, находящегося под действием геостатического давления. Датчики и измерительная аппаратура позволяют определять сопротивление резанию грунта в зависимости от его физико-механических свойств, геометрических и кинематических параметров рабочего процесса. Автономная система регистрации обеспечивает обработку данных в реальном режиме времени.

Ключевые слова: Стенд, грунт, сопротивление резанию, щель, рабочий процесс, система регистрации данных.

ВВЕДЕНИЕ

Создание противofильтрационного горизонтального экрана под действующими сооружениями предусматривает образование в грунте полости, в которую подается противofильтрационный материал. Выполненные ранее исследования [1-4] показали, что при помощи пассивных рабочих органов можно создать полость в песчаном грунте, которая имеет прямоугольное поперечное сечение с соотношением сторон 1:6. Для удержания сводов полости используется глинистый раствор из бентонитовых глин [5-7]. Определен состав цементно-песчаных противofильтрационных растворов и проведены технологические исследования этих материалов по одностадийной технологии в горизонтальную полость под давлением прослоя песка, который был размещен в приставке к сдвиговому прибору ПГС-2М [8, 9]. Установлена технологическая возможность использования полиэтиленовой пленки толщиной 0,2 мм в качестве противofильтрационного заполнителя полости, при ее укладке в горизонтальную полость под действием вертикальной нагрузки на своды полости до 0,2 МПа [10].

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Целью статьи является разработка стенда для исследования процесса щелевого резания грунта широким плоским ножом при создании горизонтальных экранов с моделированием реальных условий строительства.

Стенд для моделирования технологии горизонтального противofильтрационного экрана предназначен для исследования процессов разработки отдельных горизонтальных полостей, их заполнения противofильтрационным материалом, а также стыковки отдельных смежных фрагментов в сплошной противofильтрационный экран в песчано-глинистых грунтах с внешним давлением до 0, 17 МПа [11, 12].

Установка позволяет моделировать и исследовать процессы разработки горизонтальных полостей в грунте статическим рабочим органом в виде плоского ножа, заполнения полостей глино-песчано-цементными материалами, подающимися в полость под давлением до 0,1 МПа, укладки в полость полимерных пленок [13, 14].

Контрольно-измерительная аппаратура стенда предназначена для измерения усилий, необходимых для создания полости, фиксации положения режущих ножей в процессе создания полости, измерения и контроля внешнего давления на грунт и давления подачи глино-песчано-цементного материала в полость [15, 16].

Общий вид и основные узлы стенда показаны на рис. 1, 2. Станина стенда включает стол 1 с опорой и опоры привода 2, соединенные при помощи фланцев и болтов между собой. Грузовой отсек стенда состоит из четырех бортов: торцевых несъемных (переднего 3 и заднего 4) и двух продольных съемных 5. Днищем грузового отсека служит плита стенда.

В верхней части грузового отсека размещены подвижная прижимная крышка 6 и пневмопригрузатель 7, предназначенный для создания необходимого вертикального давления на грунт. Пневмопригрузатель выполнен в виде резиноканавной надувной подушки с ниппелем для подачи сжатого воздуха,

которая укладывается под прижимную крышку грузового отсека. Крышка грузового отсека прижимается четырьмя откидными тягами 21, шарнирно закрепленными к плите стола.

В состав грузового отсека входят четыре распределяющих элемента, предназначенных для

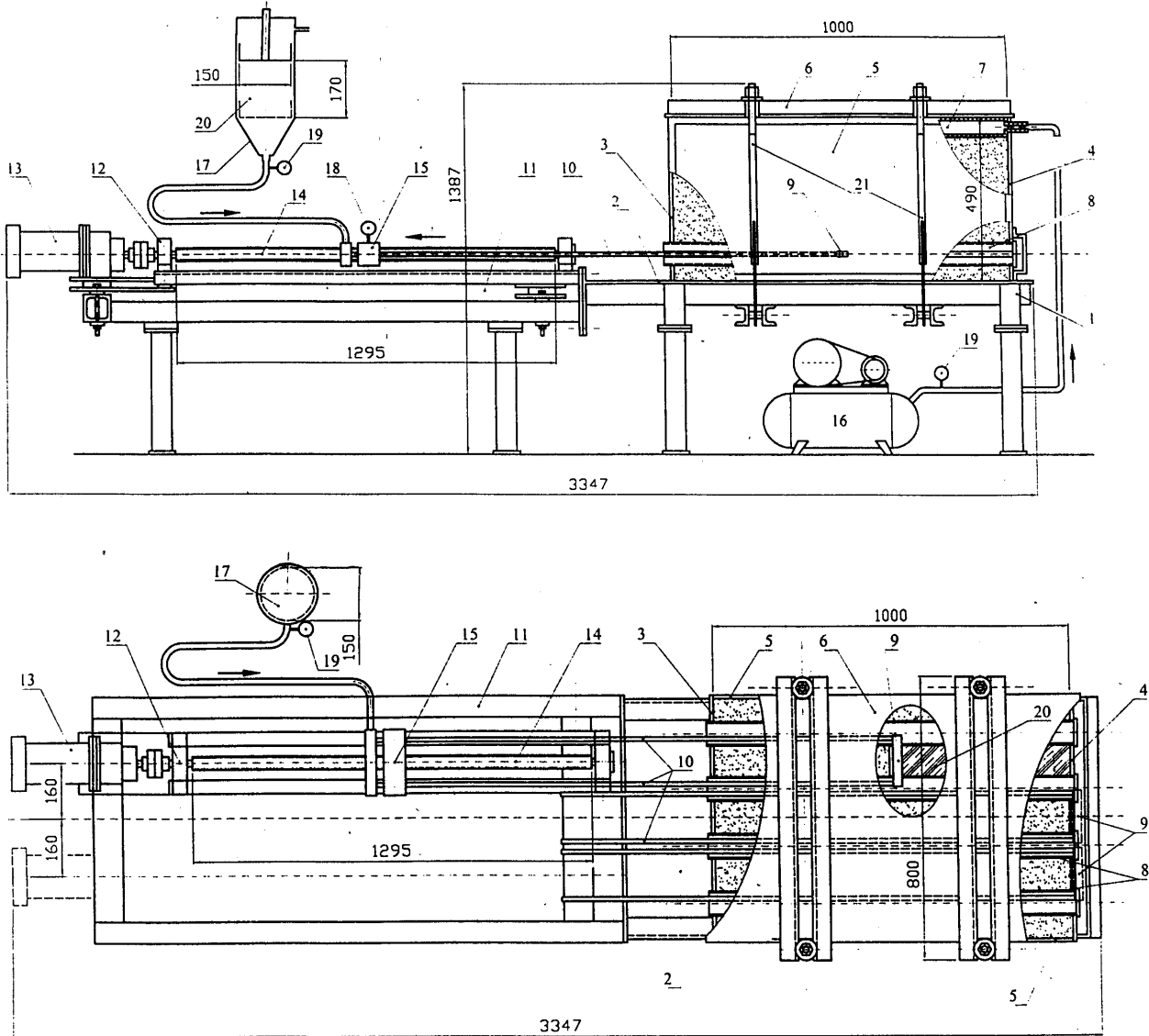


Рис. 1. Стенд для исследования щелевого резания грунта под геостатическим давлением:

a – вид сбоку; *б* – вид сверху

Fig. 1. Stand for research of the crack cutting of soil under geostatic pressure:

a – is an end-view; *b* – is a kind from above

Распределительный элемент 6 выполнен с двумя продольными направляющими прорезями, ограничивающими вертикальные перемещения при разработке грунта в полости и центральной

Плоский нож 9 выполнен с продольными и по-

для подачи противofильтрационного материала или глинистого раствора в горизонтальную полость, создаваемую ножом. Противofильтрационный материал 20 может подаваться в полость по тяговым трубкам, как со стороны ножа, так и со стороны

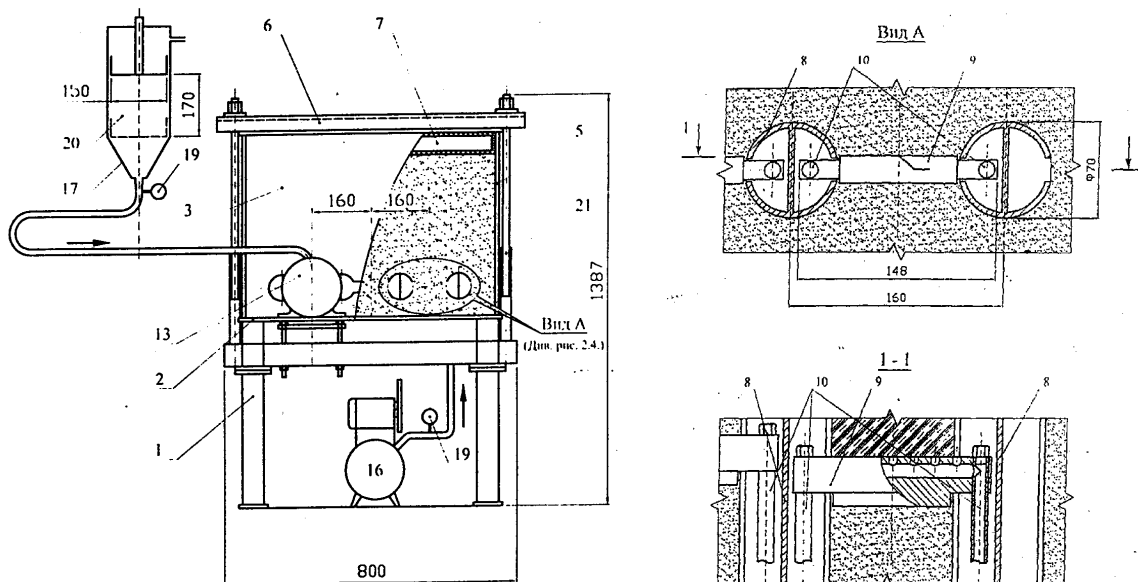


Рис. 2. Стенд для исследования щелевого резания грунта под геостатическим давлением:

a – вид спереди; *b* – разрез

Fig. 2. Stand for research of the crack cutting of soil under geostatic pressure:

a – front view; *b* – is a cut

перечными отверстиями для подачи через него раствора противofильтрационного материала в полость, которая образуется за ним в процесс се разработки грунта. К плоскому ножу прикреплены тяговые трубки 10, к которым одновременно с разработкой полости может подаваться раствор противofильтрационного материала.

На тяговых трубках установлены пыжи, имеющие форму внутренней поверхности распределительного элемента, предназначенного для попадания разработанного грунта и раствора противofильтрационного материала в полость распределительных элементов перед движущимся ножом.

Рама 11 с приводом 12 продольного перемещения ножа прикреплена к столу привода. Привод продольного перемещения ножа выполнен в виде мотор-редуктора 13, к валу отбора мощности которого при помощи фланцевого соединения прикреплен винт 14 с гайкой (кареткой) 15, к которой, в свою очередь, прикреплены тяговые трубки ножа.

Компрессор 16 с ресивером предназначен для подачи сжатого воздуха в пневмопригрузатель для создания необходимого вертикального давления на грунт. Гидравлическая система 17 предназначена

задней крышки грузового отсека непосредственно в полость.

В состав контрольно-измерительной аппаратуры стенда входит гидравлический датчик 18 измерения усилия, возникающего в тяговой трубке, установленный в силовую цепь между тяговой трубкой и гайкой (кареткой) или тензометрический датчик, наклеенный на поверхность тяговой трубки и соединенный с тензостанцией [17, 18].

При использовании гидравлического датчика, усилия перемещения ножа определяются пересчетом показаний давления на манометре 19, установленном на корпусе датчика.

Обработку и анализ результатов измерения параметров резания грунта выполняют методами [19, 20]. Технические характеристики стенда и контрольно-измерительной аппаратуры приведены в табл. 1 и 2.

Мотор-редуктор с винтов через опоры прикреплен к ползьям, которые позволяют приводу перемещаться по раме в поперечном направлении. На раме установлены упоры для фиксации привода в зоне разрабатываемой полости.

Таблица 1. Техническая характеристика стенда
Table 1. Technical description of stand

| Наименование | Количество | Величина |
|---|------------|--|
| Исследовательский стенд габариты (длина×ширина×высота), м масса, кг | 1 | 3,35×0,8×1,39 550,0 |
| Рабочий стол габариты (длина×ширина×высота), м масса, кг | 1 | 1,49×0,7×0,78 181,0 |
| Грузовой отсек габариты (длина×ширина×высота), м масса крышки отсека, кг | 1 | 1,0×0,64×0,49 41,0 |
| Пневмопригруз Расчетное давление, МПа емкость (начальная), м ³ | 1 | 0,1 0,04 |
| Распределительный элемент длина, м внешний диаметр, м ширина прорези, м | 4 | 1,03 0,076 0,017 |
| Режущий нож габариты (длина×ширина×высота), м | 3 | 0,154×0,035×0,02 |
| Тяговые трубки длина, м внешний диаметр, м внутренний диаметр, м усилие на разрыв, кН | 6 | 1,06 0,012 0,006 20,3 |
| Привод перемещения ножа, масса, кг | 1 | 66,0 |
| Мотор-редуктор, тип мощность, кВт напряжение питания, В скорость вращения вала отбора мощности, мин ⁻¹ масса, кг | 1 | 4МП-25-28,5 0,18 380 28,0 19,4 |
| Тяговый винт длина, м диаметр, м масса, кг скорость перемещения каретки (гайки), м/мин | 1 | 1,3 0,04 10,1 0,2 |
| Гидросистема для подачи противофильтрацион- ного материала емкость рабочего цилиндра, л расчетное давление, МПа | 1 | 5,0 0,3 |
| Компрессор, тип производительность, м ³ /мин. рабочее давление, МПа емкость ресивера, л напряжение питания, В масса, кг | 1 | СО-2А 0,5 0,4 1,0 220/380 140 |

Таблица 2. Характеристика контрольно-измерительной аппаратуры
Table 2. Description of control and measuring apparatus

| № п/п | Наименование | Количество | Величина |
|-------|--|------------|-----------------------|
| 1 | Динамометр растяжения, тип диапазон измерительных усилий, кН | 2 | ДОРМ-3-0,5 0...5,0 |
| 2 | Гидравлический датчик диапазон измеряемых усилий, кН | 2 | 0...10,0 |
| 3 | Манометр, диапазоны измеряемого давления, МПа | 4 | 0...0,25 0...0,5 |
| 4 | Индикатор часового типа, тип Диапазон измеряемого перемещения, мм | 6 | ИЧ-10 0...10 |
| 5 | Тензометрическая станция измерения, тип | 1 | СИИТ-3 |

ВЫВОДЫ

Разработанный стенд позволяет моделировать процесс вырезания щели в массиве грунта, находящегося под действием геостатического давления, и при помощи датчиков и измерительной аппаратуры определять сопротивление резанию грунта в зависимости от его физико-механических свойств, геометрических и кинематических параметров рабочего процесса. Система регистрации и сохранения данных обеспечивает их обработку в реальном режиме времени. Стенд оснащен тензостанцией и позволяет проводить эксперименты в широком диапазоне параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баладинский В., Ливинский А., Хмара Л. и др., 2001.: Строительная техника: учеб. пособ.– К.: Лыбедь.– 368.
2. Кравец С., 1999.: Грунтозащитные и энергосберегающие машины для прокладки подземных коммуникаций (Основы теории, проектирования и создания): учеб. пособ.– Ровно: Изд-во РДТУ.– 277.
3. Хмара Л., Кравец С., Ничке В. и др., 2010.: Машины для земляных работ: учеб. пособ.– Ровно-Днепропетровск-Харьков: НУВГП-ПДАБА-ХНАДУ.– 557.
4. Мусийко В., 2008.: Экскаваторы продольного копания: навч. посіб.– К.: НТУ, «ВАТ» Випол.– 240.
5. Кюн Г., Шойбле Л., Шлик Х., 1993.: Закрытая прокладка непроходимых трубопроводов.– М.: Стройиздат. – 168.
6. Сукач М., Филонов Ю., Литвиненко И., 2005.: Модель давления грунта на нож при щелевом резании// Горн., стр., дор. и мелиорат. машины.– Вып. 65, 17 – 20.
7. Сукач М., Филонов Ю., Литвиненко И., 2005.: Модель перемещения грунта по ножу при

вырезании щели в глубине массива// Горн., стр., дор. и мелиорат. машины.– Вып. 66, 17 – 21.

8. Сукач М., 1994.: Автоматизированный стенд для исследования рабочих процессов землеройных и транспортных машин// Известия вузов. Строительство. – № 4, 75 – 76.

9. Пат. Украины № 30123, 2000.: Стенд для исследования рабочих процессов строительно-дорожных машин/ С. Сукач, М. Сукач, О. Сукач.– Бюл. № 6-II.– 6.

10. Чернухин А., Галинский А., 2001.: Новая технология устройства тонкого противотриационного экрана под картой полигона токсичных отходов с поврежденной гидроизоляцией// Новые технологии в строительстве.– Вып. № 1, 51 – 53.

11. Сукач М., Дворниченко А., Кривоблоцкая Л., Джирма С., 2007.: Особенности проходки скважин большого диаметра в прочных грунтах// Конструирование, производство и эксплуатация сельскохозяйственных машин.– Кировоград: КНТУ.– Вып. 37, 311 – 314.

12. Сукач М., Пузаков Д., 2008.: Устройство скважин для противотриационных экранов// Галицкая академия. Научные вести.– Ив.-Франк. – Вып. 2 (14), 58 – 61.

13. Моисеенко В., 1987.: Прогнозирование рабочих нагрузок землеройных машин в особых условиях.– К.: Вища шк.– 199.

14. Сукач М., Пузаков Д., 2007.: Создание горизонтальной полости в массиве грунта// Вестник ХНАДУ.– Харьков.– Вып. 38, 22 – 24.

15. Сукач М., Диктерук М., 1998.: Система автоматизированной обработки исследований рабочих процессов машин// Строительные и дорожные машины. – № 11-12, 36 – 37.

16. Сукач М., Диктерук М., 2006.: Устройство ввода и обработки параметров рабочего процесса машин// Вісник КДПУ.– Кременчук. – Вип. 3, 32 - 39.

17. Сукач М., Литвиненко И., Бондарь Д., 2009.: Система автоматизированного управления и

измерения параметров технологических процессов // MOTROL.– №11В, 186 – 195.

18. Сукач М., Литвиненко І., Пузаков Д., 2007.: Комплекс для тензометрических измерений и управления экспериментом// Новые технологии в строительстве.– № 2 (14), 28 – 32.

19. Сукач М., 2007.: Метод обработки результатов измерений сопротивления грунта землеройной машине// Сб. науч. тр. ЛНАУ. Серия: Технические науки.– Луганск.– № 40 (52), 421 – 430.

20. Сукач М., Новиков Р., 2011.: Сопротивление песчаного грунта при щелевом резании широким ножом// MOTROL.– №13С, 183 – 189.

21. Бабицкий Л., Кувшинов А., 2010.: Исследование деформационных показателей почвы в процессе ее механической обработки// MOTROL.– №12D, 238 – 242.

STAND FOR RESEARCH OF CRACK CUTTING OF SOIL UNDER GEOSTATIC PRESSURE

Summary. A stand is worked out for research of process of undercut of crack in the array of soil which is under the action of hydrostatical pressure. Sensors and measuring apparatus allow to determine resistance to cutting of soil depending on his physical and mechanical properties geometrical and kinematics parameters of working process. The off-line system of registration provides processing of data in the real mode of time.

Key words: Stand, soil, resistance to cutting, crack, working process, system of data logging.