

РАЗДЕЛ I

ТРАНСПОРТ.

ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

УДК 621.879.44

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЕМ РАБОЧЕГО ОРГАНА В ПОПЕРЕЧНОЙ ПЛОСКОСТИ ЦЕПНОГО ТРАНШЕЙНОГО ЭКСКАВАТОРА

М. Е. Агапов

ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск

Аннотация. Данная статья содержит результаты исследований устройства управления рабочим органом цепного траншейного экскаватора поперечной плоскости. В статье описано устройство управления рабочим органом цепного траншейного экскаватора в поперечной плоскости. Рассмотрена работа устройства управления при появлении возмущающих воздействий. Выявлены зависимости влияния основных параметров устройства управления на вертикальность стенок открытой траншеи и производительность экскаватора, выраженной в длине траншеи.

Ключевые слова: землеройные машины, рабочий орган, экскаватор, цепной траншейный экскаватор, устройство управления.

Введение

Для управления рабочим оборудованием землеройных машин используют различные устройства управления. Одно из них это устройство управления рабочим органом в поперечной плоскости. Это устройство управления необходимо для получения заданных профиля и уклона траншеи, эти виды работ требуют значительных затрат времени и труда, а невыполнение требований существенно снижает качество работ, вызывает перерасход материалов и т. п. [1].

Актуальность исследований.

В настоящее время высокими темпами идет строительство магистральных трубопроводов, что невозможно без использования землеройных машин (ЗМ). Большое распространение получили траншейные экскаваторы непрерывного действия.

К траншеям предъявляют жесткие требования, а именно, отклонение геометрической формы траншеи от проектной документации не должно превышать заданных пределов [2]. Это приводит к необходимости постоянного повышения качества производимых устройств управления рабочим органом и соответствие ведущим международным стандартам.

При работе цепного траншейного экскаватора оператор не в состоянии

выдержать необходимую точность без специальных устройств управления [3].

Для цепного траншейного экскаватора характерно наличие двух основных движений рабочего органа: главного рабочего движения – поступательно-вращательного для цепного рабочего органа и вспомогательного-поступательного движения за счет базовой машины. Для цепного траншейного экскаватора качество работ определяется вертикальной координатой дна траншеи и углом наклона рабочего органа в поперечной плоскости.

Исходя из этого, можно выявить направление автоматизации цепного траншейного экскаватора [3,4,5]:

- автоматическое управление положением рабочего органа цепного траншейного экскаватора с целью обеспечения высокого качества работ, т.е. требований к геометрической точности траншеи.

Автоматизация операций по этому направлению связана с обеспечением требуемой точности выполнения операций, контроль за которыми со стороны человека-оператора становится невозможным из-за отсутствия измерительных приборов по контролируемым величинам [6,7,8].

Целью теоретических исследований является анализ и синтез основных параметров устройства управления рабочим

органом цепного траншейного экскаватора на основе математической модели рабочего процесса цепного траншейного экскаватора, включающей в себя модель воздействий со стороны грунта и модель неуправляемых перемещений базовой машины [3,6].

Работа устройства управления. Во время работы траншейного экскаватора при наезде на неровность одной из гусениц машина наклоняется, тем самым изменяется угол рабочего органа относительно гравитационной вертикали в поперечной

плоскости. Устройство управления позволяет компенсировать этот угол, наклоняя базу машины посредством гидроцилиндров. На рисунке.1 можно наглядно проследить, как изменился угол наклона базы при наезде на неровность 0.2 м, после чего устройство управления начало работать и компенсировать угол отклонения. А на рисунке 2 представлен график выдвижения штока гидроцилиндра.

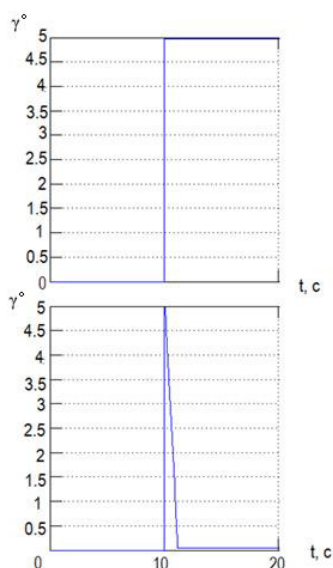


Рис. 1. Изменение угла базы траншейного экскаватора от наезда на неровность (а) и компенсации угла отклонения (б)

Из рисунка видно, что присутствует статическая ошибка, она появляется из-за времени запаздывания гидропривода и зоны нечувствительности порогового элемента срабатывания устройства управления.

Так как при разработке траншеи рабочий орган заглублен в грунт, а в данной работе рассматривается заглубление рабочего органа в грунт на 2 м, то при изменении угла наклона базы машины грунт будет создавать силу реакции. В работе сила действия грунта на рабочий орган принята распределенной по всей длине рабочего органа. Изменение реакции грунта на рабочий орган представлен на графике 3. Из рисунков 1 и 2 видно, что перерегулирование устройства управления отсутствует, это положительно сказывается на долговечности оборудования из-за снижения количества включений. Как видно из графика на рисунке 3 реакция грунта на рабочий орган, возрастает при наклоне базы машины.

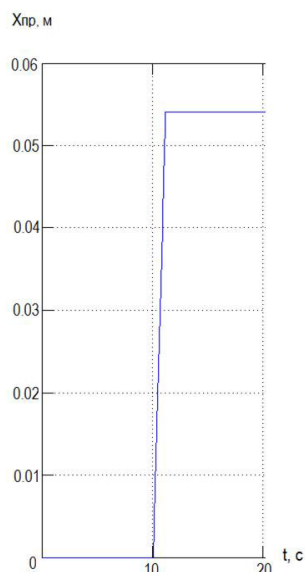


Рис. 2. Выдвижение штока гидроцилиндра

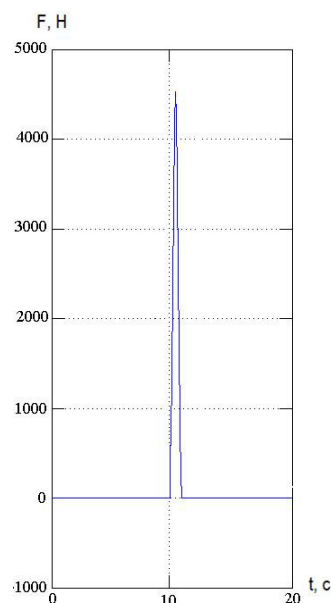


Рис. 3. Изменение силы реакции грунта на рабочий орган при компенсации угла отклонения на величину 5

Проанализировав математическую модель и проведя аппроксимацию полученных данных, были получены графики зависимости угла отклонения рабочего органа от скорости изменения наклона базы и линейной скорости движения экскаватора и зависимости производительности от скорости изменения наклона базы и линейной скорости

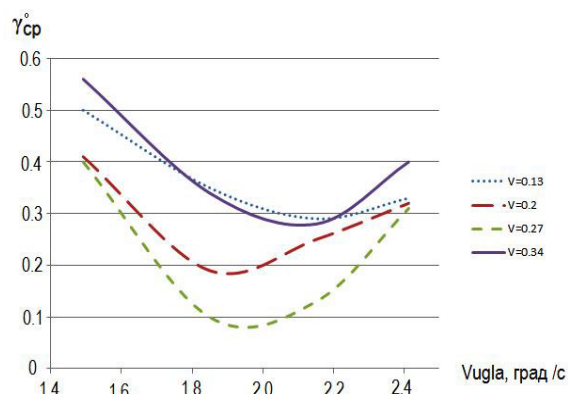


Рис. 4. Функциональная зависимость угла отклонения рабочего органа от скорости изменения наклона базы

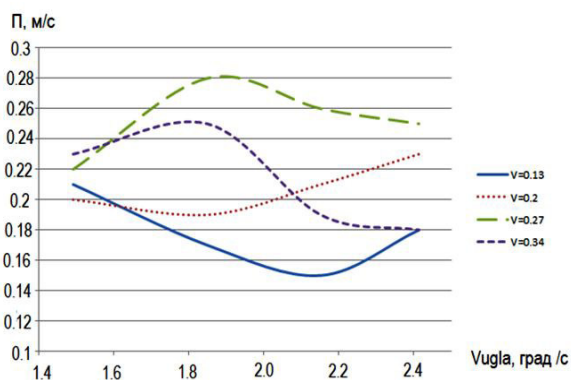


Рис. 6. Функциональная зависимость производительности экскаватора от скорости изменения наклона базы

За производительность была принята длина разработанной траншеи, т.к. при резком изменении угла на большую величину, экскаватор останавливается, а когда угол становится меньше зоны нечувствительности, то экскаватор продолжает движение. При этом большая скорость движения не дает большую производительность; т. к. устройство управления не успевает вовремя «отработать» возмущающее воздействие, потребуются большее число остановок, что отрицательно скажется на производительности.

Заключение

Полученные данные позволяют оценить влияние основных параметров устройства управления рабочим органом цепного

движения. Графики зависимостей представлены на рисунках 4, 5, 6, 7. Из графиков можно проследить, при каких значениях скорости поворота базы и линейной скорости движения экскаватора угол отклонения рабочего органа от гравитационной вертикали минимальный и максимальная производительность.

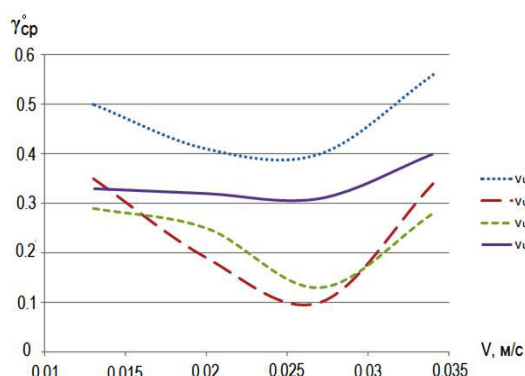


Рис. 5. Функциональная зависимость угла отклонения рабочего органа от скорости движения экскаватора

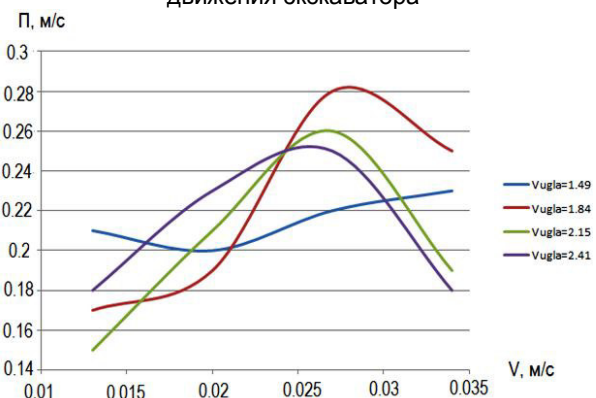


Рис. 7. Функциональная зависимость производительности экскаватора от скорости движения экскаватора

траншейного экскаватора в поперечной плоскости на производительность и вертикальность отрытой траншеи. Результаты теоретических исследований использованы в дальнейшем для составления инженерной методики расчета основных параметров устройства управления рабочим органом цепного траншейного экскаватора в поперечной плоскости. Что приведет к совершенствованию устройства управления цепного траншейного экскаватора.

Библиографический список

1. Сухарев, Р. Ю. Алгоритм системы автоматизации проектирования конструктивных параметров гусеничной ленты цепного траншейного

экскаватора / Р. Ю. Сухарев, С. Д. Игнатов // Вестник СибАДИ – 2012. – № 1(23). – С. 68-71.

2. СНиП 3.05.04-85. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. – М.: ЦИТП, 1990. – 48 с.

3. Щербаков, В. С. Совершенствование системы управления рабочим органом цепного траншейного экскаватора: монография / В. С. Щербаков, Р. Ю. Сухарев - Омск: СибАДИ, 2011. – 150 с.

4. Суковин, М. В. Система автоматизации проектирования устройства управления гидрообъемной трансмиссией цепного траншейного экскаватора: монография / Р. Ю. Сухарев, М. В. Суковин. – Омск: СибАДИ, 2013. – 120 с.

5. Щербаков, В. С. Автоматизация проектирования основных параметров устройства управления рабочим органом бульдозерного агрегата: монография / В. С. Щербаков, И. В. Лазута, Е. Ф. Денисова. – Омск: СибАДИ, 2012. – 128 с.

6. Агапов, М. Е. Моделирование процесса взаимодействия рабочего органа цепного траншейного экскаватора с грунтом в поперечной плоскости в программном комплексе MATLAB. / М. Е. Агапов // Вестник ИргТУ – 2014. – № 3. – С. 21-24.

7. Игнатов, С. Д. Система автоматизации проектирования основных геометрических параметров гусеничной ленты цепного траншейного экскаватора: монография / С. Д. Игнатов, В. С. Щербаков, Р. Ю. Сухарев. – Омск, 2014. – 144 с.

8. Лазута, И. В. Моделирование землеройно-транспортных машин в среде Matlab-Simulink: методические указания к выполн. лаб. работ / И. В. Лазута, В. С. Щербаков, А. А. Руппель, С. А. Милушенко. – Омск: СибАДИ, 2010. – 49 с.

APPARATUS FOR CONTROLLING THE POSITION OF AN OPERATING DEVICE IN THE TRANSVERSAL PLANE OF A CHAIN TRENCH EXCAVATOR

M. E. Agapov

Abstract. The present article contains results of theoretical researches of apparatus for controlling an operating device in the transversal plane of a chain trench excavator. The author describes an apparatus for controlling an operating device in the transversal plane of a chain trench excavator. There is described the work of control apparatus at occurrence of perturbation actions. There are revealed dependences of influencing key parameters of control apparatus on verticality of open trench's walls and productivity of an excavator expressed in a trench's length.

Keywords: earth-moving machines, operating device, excavator, chain trench excavator, control apparatus.

References

1. Sukharev R. Ju., Ignatov S. D. Algoritm sistemy avtomatizacii proektirovaniya konstruktivnyh parametrov gusenichnoj lenty cepnogo transhejnogo jekskavatora

[Algoritm of computer-aided engineering system of constructive parameters of a chain trench excavator's caterpillar track]. *Vestnik SibADI*, 2012, no 1(23). pp. 68-71.

2. SNiP 3.05.04-85. *Naruzhnye seti i sooruzhenija vodosnabzhenija i kanalizacii* [Construction Norms and Regulations 3.05.04-85. External networks and structures of water supply and sewerage sytem]. Moscow, CИTP, 1990. 48 p.

3. Shherbakov V. S., Sukharev R. Y. *Sovershenstvovanie sistemy upravlenija rabochim organom cepnogo transhejnogo jekskavatora: monografija* [Perfecting system of controlling operating device of a chain trench excavator: the monograph]. Омск: SibADI, 2011. 150 p.

4. Sukovin M. V., Suharev R. Y. *Sistema avtomatizacii proektirovaniya ustrojstva upravlenija gidroobemnoj transmissiej cepnogo transhejnogo jekskavatora: monografija* [Computer-aided engineering system of an apparatus controlling hydraulic displacement transmission of a chain trench excavator: monograph]. Омск, SibADI, 2013. 120 p.

5. Shherbakov V. S., Lazuta I. V., Denisova E. F. *Avtomatizacija proektirovaniya osnovnyh parametrov ustrojstva upravlenija rabochim organom bul'dozernogo agregata: monografija* [Computer-aided engineering of main parameters of an apparatus controlling operating device of a bulldozer's unit: monograph]. Омск: SibADI, 2012. 128 p.

6. Agapov M. E. *Modelirovanie processa vzaimodejstvija rabocheho organa cepnogo transhejnogo jekskavatora s gruntom v poperechnoj ploskosti v programmnom komplekse MATLAB* [Modeling process of interacting operating device of a chain trench excavator with soil in transversal plane in the MATLAB program complex]. *Vestnik IrGTU*, 2014, no 3. pp. 21-24.

7. Ignatov S. D., Shherbakov V. S., Suharev R. Y. *Sistema avtomatizacii proektirovaniya osnovnyh geometricheskikh parametrov gusenichnoj lenty cepnogo transhejnogo jekskavatora: monografija* [Computer-aided engineering system of main geometrical parameters of a chain trench excavator's caterpillar track: monograph]. Омск, 2014. 144 p.

8. Lazuta I. V., Shherbakov V. S., Ruppel A. A., Miljushenko S.A. *Modelirovanie zemlerojno-transportnyh mashin v srede Matlab-Simulink: metodicheskie ukazaniya k vypoln. lab. robot* [Modeling of earth-moving machines in the Matlab-Simulink medium: methodical instructions to implementing lab. works]. Омск, SibADI, 2010. 49 p.

Агапов Максим Евгеньевич (Россия, г. Омск) – преподаватель кафедры Механика, ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5. e-mail: maksim.agapov@inbox.ru.)

Agapov Maxim Evgenievich (Russian Federation, Омск) – lecturer of the department «Mechanics» of the Siberian state automobile and highway academy (SibADI). (644080, Омск, Mira Ave., 5. e-mail: maksim.agapov@inbox.ru)