

дренопромывочную машину ДПМ-1 к центральному смотровому колодцу; 3) промывают дренажную трубу ДПУ с тыльными струями на уклон дренажной линии на расстояние 270 м; 4) не меняя позиции, промывают нижележащую дренажную линию ДПУ с фронтальными струями на расстояние $l_1 = L_k - 260$ м, где L_k – расстояние между смотровыми колодцами; 5) перемещают ДПМ-1 к верхнему смотровому колодцу; 6) промывают дренажную трубу ДПУ с фронтальными струями на расстояние l_2 . На заключительном этапе повторно очищают смотровые колодцы и закрывают крышки колодцев.

Выводы

Применение усовершенствованной технологии гидромеханизированной очистки трубчатой дренажной сети оросительных систем позволяет механизировать основные технологические операции, повысить производительность комплекса машин при очистке дренажной сети с 35 (по существу-

ющей технологии) до 135 м/ч (по усовершенствованной технологии), снизить удельный расход воды на промывку дрены с 70 до 17 л/м, а также исключить отрывку технологических шурфов по трассе дрены.

1. Горизонтальный дренаж орошаемых земель / В. А. Духовный [и др.]. – М.: Колос, 1979. – 255 с.

2. Зарицкий А. В. Пластмассовый дренаж в зоне орошения: метод. реком. – Новочеркасск: ФГОУ ВПО НГМА, 1998. – 35 с.

3. Михеев А. В. Технология и средства механизации для очистки трубчатой дренажной сети: монография. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2010. – 173 с.

Материал поступил в редакцию 21.04.11.

Михеев Александр Васильевич, кандидат технических наук, доцент, декан факультета механизации

E-mail: avmich@mail.ru

Тел. 8 (8635) 22-76-93, 8-918-526-88-57

УДК 502/504:631.311.5

Ю. Г. РЕВИН

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ЗЕМЛЕРОЙНО-МЕЛИОРАТИВНОЙ МАШИНЫ С ПАССИВНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

Приведены результаты расчетной оценки колебаний навесного плужного каналокопателя типа МК-19 и бестраншейного дреноукладчика типа МД-12. Дана оценка динамическим нагрузкам в их трансмиссиях и металлоконструкциях.

Каналокопатели, дреноукладчики, точность работы, динамические нагрузки.

There are given results of the estimated assessment of vibrations of a hinged plough ditcher of type МК-19 and trenchless drainage machine of type МД-12 and assessment of dynamic load in their transmissions and metal structures.

Ditchers, drainage machines, accuracy of the work, dynamic loads.

К машинам с пассивными рабочими органами относятся плужные каналокопатели и дреноукладчики с ножевыми рабочими органами. Для оценки динамической нагруженности машин были использова-

ны методы статистической динамики, ранее подробно описанные*.

*Докукин А. В., Красников Ю. Д., Хургиян З. Я. Аналитические основы динамики выемочных машин. – М.: Наука, 1966 г. – 156 с.

Плужные каналокопатели представляют собой агрегаты, в подавляющем большинстве в виде навесного оборудования. На рис. 1 представлена конструктивно-компоновочная схема машины плужного каналокопателя типа МК-16 или МК-19. Эти машины находятся под воздействием значительных нагрузок колебательного характера.

Нагрузки – следствие изменчивости прочностных свойств грунта, периодического скола срезаемой стружки (вырезаемого пласта), колебаний глубины среза из-за продольных вертикальных колебаний агрегата при движении по неровной трассе и колебаний рабочего органа относительно базовой машины.

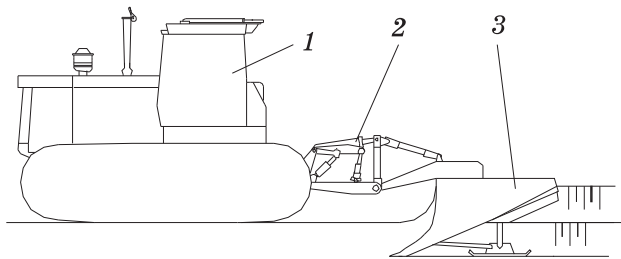


Рис. 1. Конструктивно-компоновочная схема плужного навесного каналокопателя: 1 – базовая машина (трактор); 2 – навесная система; 3 – рабочее оборудование

Нагрузки колебательного характера (особенно с большими амплитудами и частотой) ухудшают работу дизеля, снижая в конечном счете использование его по мощности. Кроме того, колебания рабочего оборудования относительно базовой машины и вместе с ней, т.е. в относительном и переносном движениях, определяют точность работы машины (технологического процесса).

Для расчетных динамических схем, представленных на рис. 2, система «двигатель – рабочий орган» (рис. 2а) применена для оценки так называемой «внутренней динамики», система «трактор – рабочий орган» (рис. 2б) – «внешней динамики».

Обозначения, имеющиеся на рис. 2, означают следующее: J_1 и J_2 – приведенные к валу двигателя моменты инерции движущихся частей двигателя и рабочего органа соответственно, кг/м²; J_T и J_{po} – моменты инерции трактора и рабочего оборудования в их взаимном колебательном движении вокруг навески, кг·м²; c_1 –

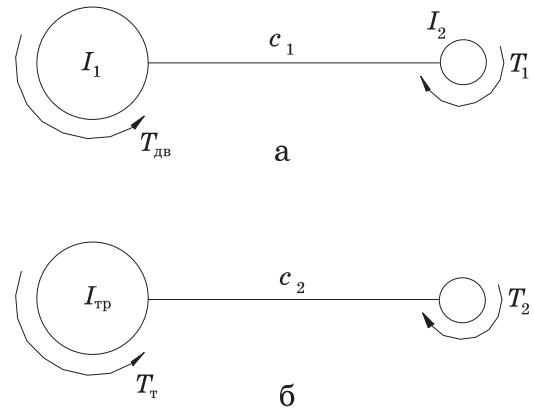


Рис. 2. Расчетные динамические схемы плужного навесного каналокопателя: а – колебательной системы «двигатель – рабочий орган»; б – колебательной системы «трактор – рабочее оборудование»

приведенная к валу двигателя крутильная жесткость трансмиссии от двигателя к ведущей звездочке гусеничного хода трактора с включением жесткости системы агрегатирования и металлоконструкции между трактором и рабочим органом, Н·м; c_2 – приведенная к крутильной жесткости системы навески рабочего оборудования на трактор, Н·м; T_1 , T_2 , T_T – приведенные моменты сопротивления на рабочем органе и тракторе соответственно, Н·м; $T_{дв}$ – движущий момент на валу двигателя, Н·м.

Оценим такие выходные характеристики плужного каналокопателя, как неровности дна прокладываемого канала и колебания нагрузки на дизеле. Знание первой характеристики дает возможность оценить очень важную сторону качества работы плужного каналокопателя, вторая позволяет определить загрузку дизеля по мощности.

Расчеты применительно к каналокопателю типа МК-19 показали, что неровности дна канала, прокладываемого навесным плужным каналокопателем, в основном определяются неровностями трассы, по которой движется базовая машина – трактор. Амплитуда неровностей дна канала достигает 7...10 см при амплитуде неровностей трассы 7...8 см.

Неровности дна канала, вызываемые колебаниями рабочего органа в вертикальной продольной плоскости относительно трактора, значительно меньше – расчетные значения амплитуд могут быть равными всего 1...2 см.

Колебания момента на дизеле также зависят от неровностей дна канала и

нагрузки на рабочем органе. Амплитуды колебаний момента на дизеле, вызываемые колебаниями глубины канала, составляют 20...25 Н·м (при значении номинального момента, равного 1000 Н·м). Амплитуды тех же колебаний от изменчивости нагрузки на рабочем органе достигают 70...80 Н·м.

Использование системы автоматического управления рабочим органом по высоте позволяет значительно снизить неровности дна канала (примерно в два с лишним раза), при этом неравномерность момента на дизеле снижается незначительно (с 8,5 до 7 % от среднего значения момента).

Бестраншейный дреноукладчик может быть представлен в виде двух основных агрегатов: базовой машины и рабочего оборудования.

При работе дреноукладчика наблюдаются значительные колебательные явления, которые вызываются продольными вертикальными колебаниями машины в целом при движении ее по неровной трассе и колебаниями рабочего органа относительно базовой машины. Следствием колебаний являются неровности поверхности дна прокладываемой щели, величины которых определяет один из показателей качества дренажа. Такой показатель характеризует точность работы машины. Кроме того, колебания рабочего органа вместе с машиной и относительно нее, как и при работе плужного каналокопателя, ухудшают работу дизеля, снижают нагрузку его по мощности.

На рис. 3 представлена конструктивно-компоновочная схема дреноукладчика МД-12 применительно к двум режимам его работы: для работы от базы (рис. 3а) и для работы от дна (рис. 3б). Размеры, приведенные на рис. 3 ($d_1, L, x_1, x_2, t_1, t_2$), служат геометрическими параметрами колебательных систем базовой машины и рабочего оборудования.

На рис. 4 представлены две расчетные динамические схемы, первая из которых характеризует колебательную систему «двигатель – рабочий орган» (рис. 4а), т.е. внутреннюю динамику, а вторая – систему «трактор – рабочее оборудование», т.е. внешнюю динамику (рис. 4б).

Обозначения, приведенные на рис. 4, следующие: $J_{дв}, J_6, J_{рo}$ – приведенные к валу двигателя моменты инерции дви-

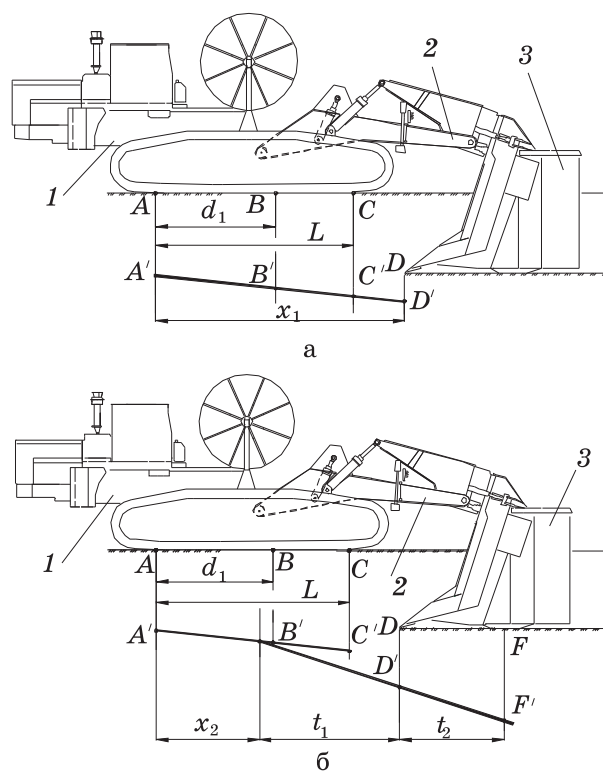


Рис. 3. Конструктивно-компоновочная и расчетные схемы дреноукладчика МД-12 для оценки точности его работы: а – при работе от базы, б – при работе от дна; точки А и С – начало и конец контакта гусеничного движителя с грунтом; точка В – центр давления; точка D – днообразующая кромка рабочего органа; F – опорная точка трубоукладчика; 1 – базовая машина; 2 – основная тяговая рама дреноукладчика; 3 – рабочее оборудование

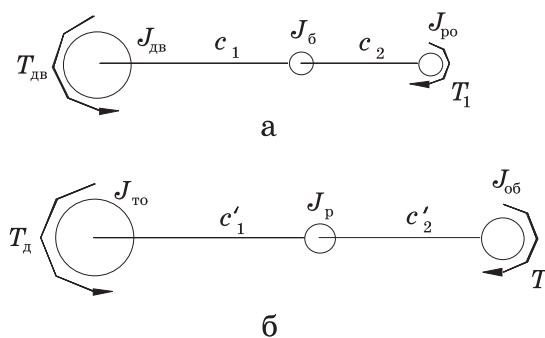


Рис. 4. Расчетные динамические схемы для оценки динамики дреноукладчика МД-12

жущихся частей двигателя, базовой машины и рабочего оборудования соответственно, кг·м²; $J_{тр}, J_p, J_{об}$ – моменты инерции базовой машины (трактора), основной рамы дреноукладчика, рабочего органа с поворотной рамой и трубоукладчиком соответственно, кг·м²; c_1, c_2 – приведенные к валу двигателя жесткости трансмиссии

от двигателя к ведущей звездочке гусеничного хода базовой машины и системы агрегатирования и металлоконструкции между базовой машиной и рабочим оборудованием, Н·м; c'_1, c'_2 – приведенные к крутильной жесткости креплений основной рамы рабочего оборудования с базовой машиной и рабочего органа с поворотной рамой и трубоукладчиком с основной рамой, Н·м; T_1, T_2 – приведенные моменты сопротивления (воздействия) на рабочем органе в колебательном, вращательном и высотном движении относительно базовой машины, Н·м; T_d – приведенное к моменту движущее усилие на гусеницах трактора, Н·м; $T_{дв}$ – момент на валу двигателя, Н·м.

Расчеты показали, что неровности дна щели, прокладываемой бестраншейным дреноукладчиком МД-12, определяются в основном неровностями трассы, по которой движется дреноукладчик. Так, амплитуды неровностей дна достигают 3...5 см и 1...2 см при работе от дна и 8...10 см и 2...4 см при работе от базы без системы автоматического регулирования (САР) рабочим органом по высоте и с ней соответственно.

Неровности дна щели, вызываемые колебаниями рабочего органа в вертикальной продольной плоскости относительно базовой машины, значительно меньше – амплитуды достигают всего 0,5...1,5 см.

Колебания момента на валу дизеля, априори, также зависят от неровностей дна щели и нагрузки на рабочем органе. Расчеты свидетельствуют, что амплитуды момента на валу дизеля, вызываемые ко-

лебаниями глубины щели, составляют 8...15 Н·м при работе от дна и 50...160 Н·м при работе от базы при значении номинального момента дизеля, равного примерно 1200 Н·м.

Использование систем автоматического управления на рабочем органе по высоте позволяет значительно снизить неровности дна щели (примерно в 3 раза), при этом неравномерность момента на валу дизеля снижается незначительно (на 5...7 %).

Для машин с пассивным рабочим органом при оценочных динамических расчетах можно выполнять анализ, используя только отдельные локальные упруго-механические и кинематические системы общей системы машины.

Для оценки «динамики внутренней» можно рассматривать движение землеройно-мелиоративной машины без учета ее колебаний в продольной вертикальной плоскости.

Для оценки качества работы, например дреноукладчика, где важным качественным показателем являются неровности поверхности дна щели, нагрузки на рабочем органе вообще мало значимы. Поэтому можно оценивать колебания машины в целом, без учета «внутренней» динамики.

Материал поступил в редакцию 23.05.11.

Ревин Юрий Григорьевич, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Мелиоративные и строительные машины»

Тел. 8 (499) 976-21-15, 8-916-190-20-19

E-mail: jrevin@km.ru