

Українська академія аграрних наук
ІНСТИТУТ ГІДРОТЕХНІКИ І МЕЛІОРАЦІЇ

На правах рукопису

Гамрецький Ігорь Анатольевич

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВ
ДЛЯ СЛИВА ВОДЫ МНОГОСПЕРНЫХ ДОЖДЕ-
ВАЛЬНЫХ МАШИН "ДНЕПР", "ФРЕГАТ" И
"КУБАНЬ"

Специальность 06.01.02- мелиорация
и орошаемое земледелие

Автореферат

диссертации на соискание научной
степени кандидата технических наук

Львів - 1995



00777998 (4)

Диссертация является рукописью
Работа выполнена в Институте гидротехники и мелиорации
Украинской академии аграрных наук (УААН)

Научный руководитель:

кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Гринь Юрий Иванович

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор
кандидат технических наук

Пивовар Н.Г.
Сидоренко А.М.

Ведущее предприятие:

АО "Херсонские комбайны"

Защита диссертации состоится 29 марта 1995 г. в 10⁰⁰
на заседании специализированного Ученого совета К.020.56.01
по присуждению ученой степени кандидата наук в Институте гидротехники и мелиорации Украинской академии аграрных наук.
Отзывы и замечания на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью, просим направить по адресу: 252022, г. Киев-22, ул. Весильковский кал, 37, ИГМ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИГМ УААН.
Автореферат разослан "22" февраля 1995 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Л.М. ФЕВЕНКО

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Общая площадь орошаемых земель на Украине составляет 2561,6 тыс. га. Из них в неудовлетворительном состоянии (при уровне грунтовых вод менее 3 м) находится 408,2 тыс. га, или 15%, а площадь засоленных земель составила 168,7 тыс. га, или 6%.

Такая тенденция в мелиорации вызывает необходимость разработок новых концепций экологически безопасной мелиорации почв. Однако наравне с поисками новых путей необходимо дальнейшее совершенствование существующих оросительных систем с целью повышения их экологической безопасности и эффективности.

Одним из важных элементов оросительных систем являются дождевальные машины, так как оказывают непосредственное воздействие на почву и растения при поливе, передвижении и других технологических операциях. В настоящее время на Украине эксплуатируются 6189 дождевальных машин "Днепр", 11100 - "Фрегат" и 539 - "Кубань", которыми в общем орошается 1257,5 тыс. га. При выполнении технологических операций производится слив воды из трубопроводов и гидроразводов дождевальных машин, а также другие сбросы воды. Это приводит к непродуктивному использованию оросительной воды, локальному переувлажнению и эрозии почвы, повреждению растений.

Таким образом, при эксплуатации дождевальных машин значительную актуальность приобретает вопрос рационального использования воды и снижения негативного воздействия на почву и растения. Решением этого вопроса является дальнейшее совершенствование конструкций дождевальной техники, технологии поливов и эксплуатации оросительных систем.

Диссертационная работа выполнялась в рамках отраслевой тематики Института гидротехники и мелиорации по теме: "Разработать оросительные системы с модификациями низконапорных малозатратных машин кругового действия с гидроразводом" (шифр темы С.02.10Т), "Разработать и внедрить конструкции внутрихозяйственных закрытых оросительных систем, обеспечивающих экономию материалов, энергетических и людских ресурсов, исключивших отрицательное воздействие на окружающую среду" (шифр темы О.04.07).

Цель работы - снижение объемов технологических сбросов, непроизводительных потерь воды и отрицательного воздействия на почву и растения при работе устройств для слива воды многоопорных дождевальных машин.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:
 определены причины и объемы непроизводительных потерь воды при эксплуатации многоопорных дождевальных машин;

исследована работа существующих конструкций сливных устройств, выявлено их влияние на гидравлический режим трубопроводов машин и закрытой оросительной сети, определены закономерности распределения сливаемой воды;

разработана и исследована математическая модель процесса работы сливных клапанов во взаимосвязи с работой трубопровода дождевальной машины;

разработаны и исследованы новые конструкции сливных устройств многоопорных дождевальных машин;

разработаны рекомендации по повышению эффективности многоопорных дождевальных машин с применением разработанных сливных устройств.

Научная новизна. В работе впервые:

определены причины и объемы непроизводительных потерь воды на поле, возникающих при эксплуатации многоопорных дождевальных машин "Днепр", "Фрегат", "Кубань";

разработана и исследована математическая модель, отражающая взаимосвязь изменения давления в трубопроводе машины с работой сливных клапанов;

разработаны и исследованы принципиально новые сливные системы дождевателя ДФ-120 "Днепр" и гидропривода ДМ "Фрегат", а также сливные клапаны-отстойники ДМ "Фрегат" и "Кубань".

В диссертации защищаются следующие основные положения, полученные лично автором:

Обоснованные результатами исследований причины и объемы технологических сбросов и непроизводительных потерь воды и их взаимосвязь с эксплуатационными и конструктивными параметрами дождевальных машин;

математическая модель, изменений величин давления в трубопроводе дождевальной машины "Днепр" при работе сливных клапанов и результаты ее исследований;

закономерности распределения сливаемой воды серийными и разработанными сливными системами ДФ-120 "Днепр" и гидропривода ДМ "Фрегат".

Методика исследований. Лабораторные исследования в лабораторных условиях проводятся на аттестованных стендах с использованием стандартного лабораторного оборудования по общепринятым методикам. Исследования на оросительных системах Украины проводятся активным методом в условиях нормальной эксплуатации объекта по общепринятым методикам в соответствии с ГОСТ 70.11.1-67 "Машины и установки дождевальные. Программа и методы испытаний". Статистическая обработка полученных данных проводится с использованием математического аппарата исследований и электронно-вычислительных машин.

Практическая ценность. Разработанная сливная система ДФ-120 "Днепр" позволяет исключить отрицательное влияние на гидравлический режим закрытой оросительной сети, уменьшить объемы сбросов воды при заполнении трубопровода машины, улучшить равномерность распределения сливаемой воды на поле.

Разработанный концевой клапан-отстойник дождевальных машин "Фрегат" и "Кубань" периодического действия улучшает промывку трубопровода машины и качество дождя в консольной части, исключает резкие изменения давления в трубопроводе, размыв и переувлажнение почвы под клапаном.

В результате исследования разработанной сливной системы гидропривода ДМ "Фрегат" определены ее технические параметры, характеристики образуемого дождя.

Математическая модель взаимосвязи изменения давления в трубопроводе машины с работой сливных клапанов позволяет определить оптимальное время заполнения трубопровода машины и время закрытия клапана, при котором не возникает его автоколебаний. Результаты расчетов использованы при проектировании новых конструкций сливных клапанов.

Реализация работы. Результаты исследований включены в "Рекомендации по эксплуатации ЭДФ "Кубань" в природно-хозяйственных условиях юга СССР", которые утверждены и внедрены в хозяйствах Госводхоза Украины.

Разработанные сливная система ДФ-120 "Днепр" и концевой клапан-отстойник ДМ "Фрегат" и "Кубань" эксплуатируются на дождевальных машинах в совхозе "Каменка" Каменско-Днепропетровского района Запорожской области, в колхозе им. Крупской Каховского района Херсонской области и других хозяйствах.

на данные устройства разработана техническая документация.

Сливная система гидропривода ДМ "Фрегат" внедрена в производство Первомайским машиностроительным заводом "Фрегат".

Апробация работы. Основные положения работы и результаты исследований доложены и одобрены на Конференции молодых ученых и специалистов (г. Киев, Ургидропроводхоз, 1987 г.), Всесоюзной конференции молодых ученых "Пути повышения эффективности использования водных ресурсов в условиях их нарастающего дефицита" (г. Ташкент, САНИИИ, 1988 г.), Республиканском семинаре "Рациональное использование водных ресурсов и проблемы мелиорации" (г. Рязань, УИИВХ, 1989 г.), Научно-практической конференции "Эксплуатация и перспективы применения низконапорных дождевальных машин в орошаемой земледелии" (г. Ставрополь, СтавНИИГиМ, 1991 г.).

Публикации. Результаты исследований вошли в "Рекомендации по эксплуатации ЭДМ "Кубань" в природно-хозяйственных условиях юга СССР", опубликованы в 4 научных статьях. Разработанные устройства защищены 4 авторскими свидетельствами.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, шести разделов, выводов, списка использованной литературы и приложений. Изложена на 143 страницах машинописного текста, иллюстрирована 63 рисунками, содержит 16 таблиц и 6 приложений. Список литературы составляет 35 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе излагается современное состояние изученности вопроса, анализ работы оросительных систем с многопорными дождевальными машинами "Днепр", "Фрегат", "Кубань", сделан аналитический обзор сливных устройств, сформулированы цели и задачи исследования. Вопросы повышения эффективности дождевальной техники освещаются в работах Лебедева В.М., Гусейн-заде С.Х., Гурина В.А., Носенко В.Ф., Волобая В.И., Шевченко А.В., Гриня Е.И., Савушкына С.С., Сидоренко А.М., Штангел А.И. и др. Однако существует ряд факторов, снижающих эффективность оросительных систем. Внедрению асбестоцементных и железобетонных трубопроводов в строительство оросительных сетей обострило вопрос надежности их эксплуатации. По данным исследований, от гидравлических ударов и колебаний давления повреждается в среднем 2% от общей протяженности асбестоцементных трубопроводов.

Недостаточная равномерность полива дождевальными машинами

приводит к возникновению на поле переувлажненных и недоувлажненных участков, в результате чего возникают фильтрационные сбросы воды. К таким сбросам приводят и многочисленные утечки, возникающие в процессе работы многоопорных дождевальных машин. Наличие переувлажненных участков ухудшает проходимость машин, что приводит к искривлению водопроводящего пояса, увеличению ширины колеи и, как следствие, снижению коэффициента земельного использования. На участках с повышенной влажностью впитывающая способность почвы уменьшается, в результате чего возникает поверхностный сток и эрозия.

Изучению влияния искусственного дождя на структуру почвы посвящены работы Гаврилицы А.О., Пенькова М.С., Сластихина В.В., Снегового В.С. и др. Установлено, что значительное воздействие на почву оказывает размер капель дождя, вызывая уплотнение и снижение инфильтрационной способности почвы. Одной из причин возникновения крупных капель являются сливные устройства трубопроводов машин и гидропривода ДМ "Фрегат".

Аналитический обзор устройств для слива воды позволил более детально выявить недостатки конструкций и разработать схему их классификации.

На основании проведенного анализа сделаны выводы, что сливные устройства многоопорных дождевальных машин по своим параметрам не соответствуют уровню дождевальной техники, вызывая такие отрицательные явления, как значительные объемы сливаемой воды при заполнении трубопровода машины, генерирование колебаний давления в трубопроводах машин и сети; искривление трубопровода машин, увеличение ширины колеи и уменьшение коэффициента земельного использования; локальное переувлажнение почвы, эрозия и вынос питательных веществ; значительное время, затрачиваемое на обслуживание.

Разработаны основные требования, которым должны отвечать устройства для слива воды многоопорных дождевальных машин, определены цель и задачи исследований.

Вторая глава "Исследование системы "оросительная сеть-дождевальная машина-почва" посвящена изучению работы существующих конструкций сливных устройств в лабораторных и полевых условиях.

В лабораторных условиях изучались переходные процессы, происходящие в трубопроводах при закрытии и открытии серийных сливных клапанов ДФ-120 "Днепр" и клапанов-отстойников ДМ "Фре-

гат" и "Кубань". Определено, что закрытие клапанов происходит скачкообразно, в течение 0,01 сек. При этом, возникает резкое повышение давления со скоростью нарастания 0,3-0,4 МПа/с (рис. 1).

В полевых условиях изучались переходные процессы в трубопроводах дождевальных машин при их включении и отключении. Выявлено наличие колебаний давления, вызванных срабатыванием клапанов со скоростью нарастания 0,1-0,2 МПа/с (рис. 2). При этом колебания из водопроводящего пояса машины передаются в трубопроводы сети. Аналогичная ситуация наблюдается при отключении дождевальной машины. В это время трубопроводы сети находятся под воздействием волн повышенного давления, что увеличивает вероятность порыва трубопроводов и нарушения герметичности стыков.

Аналогичные исследования проведены на дождевальных машинах "Фрегат" и "Кубань". Установлено, что при закрывании концевой клапана-отстойника возникает резкое повышение давления со скоростью нарастания 0,4-0,5 МПа/с.

Возникновение колебаний давления в трубопроводе машины приводит к многократному срабатыванию сливных клапанов дождевателя "Днепр", их ускоренному износу и снижению эксплуатационных показателей дождевальной техники.

После 1 года эксплуатации 23% сливных клапанов имеют повреждения резинового уплотнения, вследствие чего возникает постоянные утечки воды при поливах со средним расходом 5,06 л/с по одной машине. Это приводит к локальному переувлажнению почвы, ее размыву направленными струями и повреждению растений.

Снижение жесткости пружины клапана ведет к неполному опорожнению трубопровода, нарушению синхронности движений спорных тележек, искривлению водопроводящего пояса и увеличению ширины колес. Установлено, что при этом ширина колес дождевателя достигает 1-1,2 м.

Многократные срабатывания клапанов в процессе заполнения машины приводят к увеличению продолжительности этой операции и концентрированным сбросам воды на поле. Установлено, что при этом через один клапан сливается в среднем 62 л или в целом по машине около 2 м³ воды.

Аналогичные исследования, проведенные на дождевальных машинах "Фрегат" и "Кубань", позволили определить, что утечки через концевой клапан-отстойник наблюдаются в 30% случаев, при этом

График переходного процесса закрытия серийного сливного клапана ДФ-120 "Днепр"

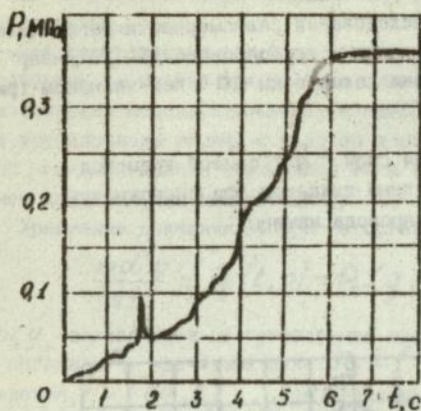


Рис. 1

График изменения давления в трубопроводе ДФ-120 "Днепр" при заполнении

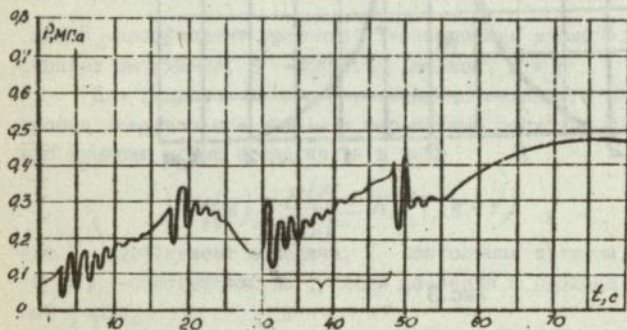


Рис. 2

объемы потерь воды изменяются от 1 л/с до 6 л/с. Вызвано это не только повреждением уплотнения, но и засорением запорного органа. Постоянные концентрированные утечки приводят к отрицательным воздействиям на почву и растения.

По результатам исследования равномерности распределения сливаемой воды при опорожнении трубопровода ДФ-120 "Днепр" построена кривая распределения слоя воды "h" под клапаном (рис.3).

Распределение слоя "h" слитой воды под серийным сливным клапаном при опорожнении трубопровода машины

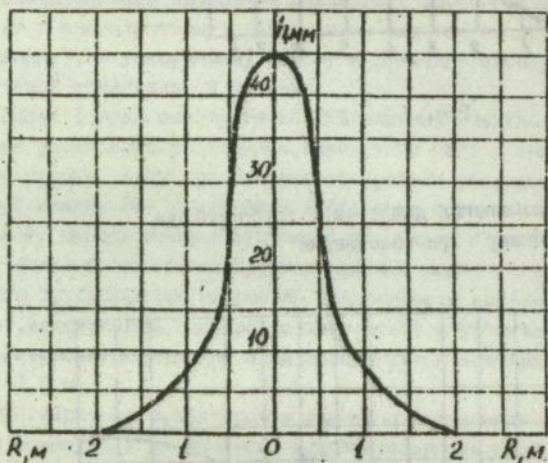


Рис.3

Анализируя график, необходимо отметить, что максимальный слой воды под клапаном достигает 45 мм, что соответствует интенсивности дождя $4,5 + 9$ мм/мин. За короткий промежуток времени вся вода не успевает впитаться, вызывая тем самым вымыв растений и эрозию почвы.

Для исследования процесса заполнения и работы дождевальной труборпровода машины при наличии сливных клапанов составлена математическая модель, отражающая взаимосвязь изменения давления в труборпроводе машины с работой клапана. За основу взят серийный сливной клапан пружинного типа с тарельчатым запорным органом дождевальной машины "Днепр".

Уравнение движения запорного органа сливного клапана имеет вид:

$$\frac{md^2y}{dt^2} = P_g(t, p) - P_c(q, c), \quad (1)$$

где m, y — соответственно приведенная масса и перемещение запорного органа; P_g — движущая сила, $P_g = f(t, p)$; P_c — сила сопротивления, $P_c = f(q, c)$, где p — давление в труборпроводе; q — расход воды через клапан; c — жесткость пружины.

Подставляя значения P_g, P_c в уравнение (1) и преобразуя его, получим передаточную функцию $W(S)$ запорного органа сливного клапана в виде, удобном для исследования переходных процессов:

$$W(s) = \frac{y}{\Delta p} = \frac{K_3 \sin \Omega t}{T_2^2 s^2 + 2\zeta T_1 s + 1}, \quad (2)$$

где K_3 — коэффициент усиления; T — постоянная времени; ζ — коэффициент затухания; S — оператор Лапласа, $S = \frac{d}{dt}$.

Для гидравлического качала, представляющего собой труборпровод дождевальной машины с переменным расходом Q , передаточную функцию можно представить в виде

$$W_1(s) = \frac{p(s)}{Q(s)} = K_1(T_1 s + 1), \quad (3)$$

где K_1 — коэффициент передачи; T_1 — постоянная времени, $p(s)$ и $Q(s)$ — соответственно функции давления и расхода в операторной форме.

Так как при заполнении труборпровода в нем находится воздух, передача давления происходит с запаздыванием, поэтому передаточную функцию $W_2(s)$, отражающую взаимосвязь между давле-

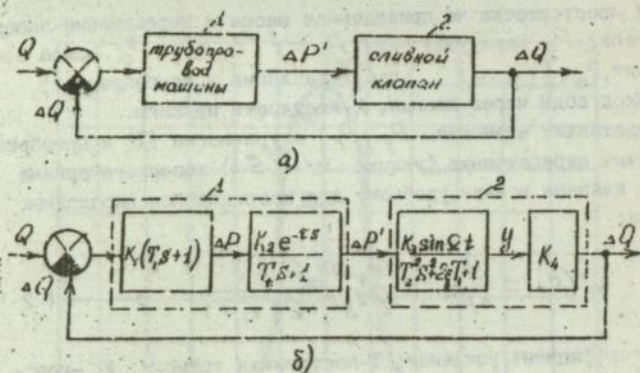
нием на входе Δp и выходе $\Delta p'$ можно представить последовательным соединением звена чистого запаздывания и апериодического звена первого порядка:

$$W_2(s) = \frac{\Delta p'(s)}{\Delta p(s)} = \frac{K_2 e^{-\tau s}}{T_1 s + 1}, \quad (4)$$

где τ — время запаздывания; K_2 — коэффициент пропорциональности; T_1 — постоянная времени.

Функциональная и соответствующая ей структурная схемы взаимосвязи между изменениями расхода Q , давления p в трубопроводе машины и работой сливного клапана приведены на рис. 4.

Схемы взаимосвязи трубопровода дождевальнoй машины и сливного клапана



а — функциональная; б — структурная

Рис. 4

Исследуя передаточную функцию (2), получено относительное перемещение запорного органа сливного клапана в зависимости от времени t , максимальное значение которого происходит при $t = 0,15$ с.

Исследование амплитудной и фазовой частотных характеристик сливного клапана проводилось с учетом изменения упругости пружины в процессе эксплуатации, наличия столба воды над клапаном и воздуха в трубопроводе.

С учетом расстояния от гидранта до сработавшего сливного клапана и скорости распространения ударной волны в трубопроводе при наличии воды и воздуха определено, что диапазон возможных частот колебаний давления при этом изменяется от 6 с^{-1} до 130 с^{-1} . При этом наиболее вероятностными для возникновения автоколебаний являются частоты в диапазоне от 16 до 60 с^{-1} .

Исходя из анализа математической модели, сделаны выводы: колебания сливных клапанов минимальны при изменениях давления в трубопроводе с частотой меньше 16 с^{-1} и больше 65 с^{-1} ; открытие гидранта при заполнении машины необходимо производить с перерывами в 2-3 сек после каждого оборота для выхода воздуха из трубопровода машины с минимальной скоростью; конструкция сливных клапанов должна обеспечивать их плавное закрытие за время не менее 0,5 с.

В третьей главе описаны разработанные сливные устройства для дождевателя ДФ-120 "Днепр", конструкции концевых клапана-отстойника для ДМ "Фрегат" и "Кубань", сливной системы гидропривода ДМ "Фрегат" и системы управления многоопорной дождевательной машиной.

Сливная система ДФ-120 "Днепр" (А.С. 1344287) состоит из сливных клапанов мембранного типа, которые управляются посредством импульсной трубки, подключаемой к водозаборной колонке, вспомогательных клапанов и водовоздушной емкости в концевой части управляющей трубки. Отличие от серийной сливной системы заключается в применении клапанов с мембранным запорным органом и возможностью дистанционного гидравлического управления ими по импульсной трубке, что позволяет перекрывать сливные отверстия трубопровода машины до начала заполнения и ликвидировать сбросы воды, а также исключить колебательные процессы при этом.

Разработанная конструкция сливного клапана мембранного типа с управляющим поплавком, расположенным в подмембранной полости (А.С. 1428304), может применяться как для сливной системы ДФ-120 "Днепр", так и в качестве концевых клапанов-отстойников ДМ "Фрегат" и "Кубань".

В отличие от вышеописанной сливной системы, данные клапаны срабатывают непосредственно при заполнении трубопровода машины, что позволяет упростить конструкцию и устранить колебательные процессы при этом путем плавного закрытия мембранного запорного органа. При применении клапанов на ДМ "Фрегат" и "Кубань" на хвостовике управляющего поплавка крепится специальная пригрузоч-

ная емкость со сливным отверстием, позволяющая осуществлять периодическое закрытие клапана при опорожнении трубопровода машины.

Сливная система гидропривода ДМ "Фрегат" с ускоренным сливом (А.С. 1519593) состоит из управляющего работой гидроцилиндра распределительного крана, присоединенного к нему патрубка с дождевальными насадкой на конце, воздушного насоса эжекторного типа, воздушной емкости, пневмопроводов и воздушных кранов, отличающаяся от аналогичной тем, что для увеличения скорости истечения воды через дождевальную насадку и дальности разбрызгивания в патрубок через сопло подается сжатый воздух из воздушной емкости, куда он закачивается посредством воздушного насоса эжекторного типа, установленного на дождевальной машине и совмещенного с дождевальным аппаратом.

Для устранения потерь воды из гидроприводов и исключения критических изгибов трубопровода машины при ее заполнении разработана система управления многоопорной дождевальной машиной (А.С. 1379952), принцип работы которой заключается в том, что гидроцилиндры приводов опорных тележек начинают работать только после полного заполнения трубопровода машины.

В четвертой главе приведены результаты лабораторных исследований разработанных устройств:

сливной системы ДФ-120 "Днепр" с мембранными клапанами с управляющим поплавком, а также с дистанционным гидравлическим управлением;

концевого клапана-отстойника ДМ "Фрегат" и ЭДМФ "Кубань";
сливной системы гидропривода ДМ "Фрегат".

При этом изучались переходные процессы, происходящие в трубопроводе при срабатывании сливных клапанов мембранного типа, определялись время срабатывания сливных систем, распределение слоя сливаемой воды, уточнялись конструктивные параметры.

Методика исследований разработана на основе ГОСТ 70.11.1-87 с использованием стандартного лабораторного оборудования. Полученные данные обрабатывались с использованием математического аппарата исследований и электронно-вычислительных машин.

Лабораторные исследования сливной системы ДФ-120 "Днепр" с мембранными клапанами с дистанционным гидравлическим управлением проводились на модели в натуральную величину. При этом ис-

следовались варианты без вспомогательных клапанов в цепи управления, а также с 1 и 2 вспомогательными клапанами. Мембранные клапаны с управляющим поплавком, исследовались на стенде с комплектом лабораторных приборов и оборудования.

Сливная система гидропривода ДМ "Трогат" исследовалась на стенде, представляющим собой копию в натуральную величину опорной тележки с установленными на ней гидроприводом и исследуемой системой. Слой дождя определялся при помощи дождемеров, расставленных по схеме вокруг стенда.

В результате исследований сливной системы ДФ-120 "Днепр" с дистанционным гидравлическим управлением клапанами в количестве 32 шт. для базовой модели дождевателя определено, что среднее время их закрытия составляет 400 с, или 6,6 минут. Изучение динамики процесса заполнения сливной системы и определение времени очередности закрытия клапанов позволило выбрать оптимальный режим заполнения трубопровода по времени и сократить протяженность этой операции до 4 мин.

Продолжительность опорожнения сливной системы и открытия клапанов составляет 540 с, или 9 минут. Однако, при величине давления в подмембранной полости клапана в 0,05 МПа, уплотнения сливного отверстия уже не происходит, слив из трубопровода машины начинается раньше на 4 минуты.

Для ускорения открытия мембранных клапанов сливной системы разработана и исследована аналогичная, но со вспомогательными клапанами вдоль управляющей трубки и воздушной емкостью в конце. Применение вспомогательных клапанов и воздушной емкости позволило сократить продолжительность процесса опорожнения с 540 с до 350 с. Однако при этом возросло время заполнения сливной системы с 200 с до 540 с.

Применение разработанной сливной системы с вспомогательными клапанами и воздушной емкостью для ДФ-120 "Днепр" целесообразно на машинах, работающих на полях со значительным уклоном и сложным рельефом, т.е. в тех условиях, где затруднено опорожнение сливной системы из-за прогибов водопроводящего пояса машины.

В процессе исследования переходных процессов в трубопроводе машин при работе сливных клапанов мембранного типа установлено, что закрытие клапана происходит плавно без резких повышений давления.

Изменение давления в трубопроводе дождевательной машины при открывании клапанов мембранного типа происходит аналогично серийным в течение того же времени, что обусловлено подбором чувстви-

тельности управляющего поплавка.

В процессе лабораторных исследований экспериментальной сливной системы гидропривода ДМ "Фрегат" определены диаметр капель дождя, интенсивность и слой дождя за один цикл холостого хода, размеры факела дождя при сливе воды из серийных гидроцилиндров \varnothing 122 мм и низконапорной модификации \varnothing 172 мм с различными диаметрами дождевальных насадок для определения оптимального значения проходного отверстия.

Установлено, что сливная система с дождевальной насадкой \varnothing 12,5 мм имеет наилучшие показатели качества дождя (табл. I).

Таблица I

Результаты лабораторных исследований сливных систем гидропривода ДМ "Фрегат" с дождевальной насадкой \varnothing 12,5 мм

Тип гидроцилиндра	Средний диаметр капель дождя, мм	Средняя интенсивность за цикл, мм/мин.	Средняя интенсивность дождя за цикл, мм	Размеры факела дождя, м		
				Высота, м	Ширина, м	Длина, м
\varnothing 122 мм	1,7	2,0	0,2	2,2	7,2	4,5
\varnothing 172 мм	1,8	2,0	0,43	2,2	7,0	4,5

Разработанная сливная система значительно улучшает распределение на поле сливаемой воды, так как при этом образуется факел дождя со средним диаметром капель 1,7-1,8 мм в отличие от серийной сливной системы, где вода сливается струями через перфорированный шланг.

Пятая глава посвящена исследованиям разработанных устройств в полевых условиях. Исследования проводились в хозяйствах Запорожской, Николаевской и Херсонской областей. При этом определялись продолжительность заполнения и опорожнения трубопровода машины, объемы сливаемой при этом воды, равномерность распределения слоя дождя при опорожнении, изучались переходные процессы в трубопроводах машин.

Установлено, что среднее время заполнения водопроизводящего пояса машины ДМ-120 "Днепр" с автономными клапанами мембранного типа составляет 160 с (для серийной - 237 с). Объясняется это отсутствием автоколебаний мембранного клапана и более надежным перекры-

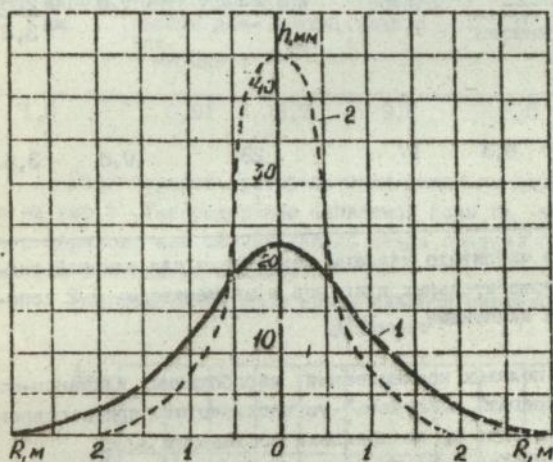
тием сливных отверстий трубопровода машины. При этом запорный орган постепенно перекрывает сливное отверстие, что приводит к увеличению скорости истечения и лучшему разбрызгиванию.

В результате замеров объемов сливаемой при заполнении машины воды определен, что через один экспериментальный клапан сливается в среднем 17 л (для серийного — 62 л).

Спорожнение трубопровода дождевальной машины с экспериментальной сливной системой происходит быстрее, чем с серийной и среднее время данной операции составляет 379 с, или 6,3 минуты.

Распределение слоя слитой воды под трубопроводом ДФ-120 "Днепр" при опорожнении приведено на рис. 5.

Распределение слоя "h" слитой воды под сливными клапанами при опорожнении трубопровода машины



1 — мембранного типа; 2 — серийного.

Рис. 5

Максимальный слой дождя составляет для экспериментального клапана 20 мм, средний слой — 9,8 мм (для серийного клапана соответственно 45 мм и 22,3 мм). При этом максимальная интенсивность

дождя при сливе через мембранный клапан составляет 3,6 мм/мин (для серийного — 9 мм/мин). Это способствует лучшему впитыванию воды, уменьшению вероятности локального переувлажнения почвы и возникновения эрозии.

Сравнительные показатели серийной сливной системы и разработанной с мембранными клапанами приведены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительные показатели сливных систем ДФ-120 "Днепр"

Тип сливной системы	Наименование	Время заполнения	Время опорожнения	Объем сливаемой воды, л	Максимальная высота слоя слитой воды, мм	Средний слой слитой воды, мм	Средняя интенсивность дождя, мм/мин.
	показателя	мин.	мин.	машины	машины	машины	машины
Серийная		4	6,5	62	45	22,3	9
С гидравлическим управлением клапанами		$\frac{3,6}{9}$	$\frac{9}{6}$	-	23	9,8	$\frac{2,6}{3,8}$
	С автономными мембранными клапанами	2,6	6,3	17	23	9,8	3,6

х) примечание: в числителе указаны показатели для сливной системы без вспомогательных клапанов, в знаменателе — с 2 вспомогательными клапанами.

В процессе полевых исследований разработанных клапанов-отстойников для ДМ "Зрегат" и "Кубачь" установлено, что при заполнении трубопровода минимальное время промывки составляет 30 с.

Применение мембранного клапана-отстойника позволяет осуществить качественную промывку трубопровода машины. Это преимущество особенно важно для дождевальных машин "Кубань", которые осуществляют водозабор из открытого клапана, в связи с чем возможно попадание водорослей в трубопровод машины. При этом время промывки может варьировать в зависимости от чувствительности управляющего поплав-

ка и применения специальной пригрузочной емкости, что позволяет избежать концентрированного слива в консольной части, переувлажнения почвы и ее размыва. При исследовании переходных процессов в трубопроводе машины при его заполнении установлено, что за счет плавности срабатывания мембранного клапана устранены резкие колебания давления.

При исследовании разработанной сливной системы гидропривода ДМ "Фрегат" определены характеристики дождя при диаметрах дождевальных насадок $\varnothing 12,5$ мм и $\varnothing 13$ мм. Результаты полевых исследований приведены в таблице 3.

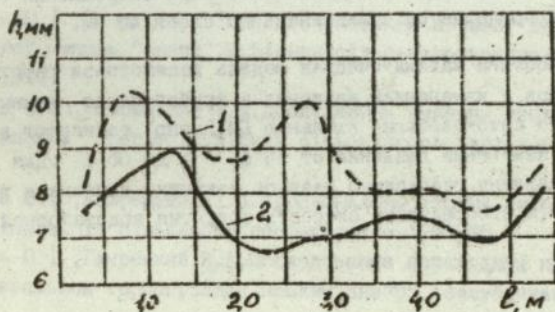
Таблица 3

Результаты полевых исследований сливной системы ДМ "Фрегат" с гидроцилиндром $\varnothing 153$ мм и дождевальной насадкой $\varnothing 12,5$ мм

Средний диаметр капель, мм	Средняя интенсивность дождя, мм/мин.	Средний слой дождя, мм	Время холостого хода, с	Характеристика факела дождя, м		
				ширина	длина	высота
1,8	0,91	3,7	9,1	6,0	5,2	2,0

Равномерность распределения дождя по длине факела приведена на рис. 6. Распределение сливаемой воды на значительной площади с образованием мелких капель дождя создает благоприятные условия для впитывания в почву.

Распределение слоя дождя сливной системой гидропривода ДМ "Фрегат"



1-дождевальная насадка $\varnothing 13$ мм; 2- $\varnothing 12,5$ мм

Рис. 6

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

Сливная система гидропривода ДМ "Фрегат" внедрена в производство и выпускается серийно на Первомайском заводе "Фрегат" для оснащения дождевальных машин. Подтвержденный экономический эффект за 1988 - 1989 гг составил 1,4 млн.руб.

В В О Д Ы

1. Установлено, что снижение эффективности дождевальных машин "Днепр" происходит из-за несовершенства конструкции сливных клапанов, что приводит к непроизводительным потерям оросительной воды, локальному переувлажнению и эрозии почвы, увеличению колеи и, как следствие, уменьшению коэффициента земельного использования.

2. Установлено, что концевые клапаны-отстойники ДМ "Фрегат" и "Кубань" некачественно выполняют промывку трубопровода машины, что ведет к забиванию консольной части мусором и илом, а также приводит к постоянным утечкам воды от 1 л/с до 6 л/с по машине.

3. Выявлено возникновение автоколебаний сливных клапанов при заполнении и опорожнении машины и их отрицательное влияние на гидравлический режим закрытой оросительной сети.

4. Установлено, что автоколебания сливных клапанов приводят к увеличенному сливу воды при заполнении трубопровода машины в объеме 62 л через сливной клапан, износу уплотнения рабочего органа и, как следствие, постоянным утечкам воды в процессе полива с расходом 5,06 л/с по одной машине. При опорожнении сливаемая вода распределяется с максимальным слоем 45 мм.

5. Разработана математическая модель взаимосвязи работы сливных клапанов с изменением давления в трубопроводе машины. Установлено, что автоколебания клапанов ДМ "Днепр" возникают в диапазоне частот изменений давления от 16 с⁻¹ до 65 с⁻¹. Для устранения этого явления необходимо плавное закрытие клапана в течение не менее 0,5 с. Определена скорость открытия водозаборной

колонки ДФ "Днепр" для создания оптимального режима заполнения трубопровода машины, при котором не возникают автоколебания клапанов.

6. Разработанные сливные системы ДФ "Днепр" с клапанами мембранного типа позволяют улучшить гидравлический режим трубопроводов сети, устранить утечки воды в процессе полива, уменьшить сбросы воды при заполнении трубопровода машины с 62 л до 17 л или полностью устранить и более равномерно распределить сливаемую воду на поле со средней интенсивностью 2,6-3,3 мм/мин и уменьшить слой осадков с 45 мм до 23 мм.

7. Разработанные клапаны-отстойники ДМ "Фрегат" и "Кубань" позволяют устранить колебания давления в трубопроводе, возникающее при их срабатывании, улучшить промывку трубопровода, устранить утечки и концентрированный слив больших объемов воды при остановке машины.

8. Исследованная сливная система гидропривода ДМ "Фрегат" с насадками дефлекторного типа позволяет равномерно распределить на поле сливаемую воду со средней интенсивностью 0,91 мм/мин, средним слоем дождя 8,7 мм за проход и средним диаметром капель 1,8 мм, что создает благоприятные условия для впитывания в почву и устраняет возможность попадания в колея машины.

9. Использование разработанной сливной системы ДФ-120 "Днепр" позволяет уменьшить сбросы воды при заполнении трубопровода машины за сезон на 370 м³ и снизить отрицательное воздействие на почву. Подтвержденный экономический эффект от внедрения комплектов сливной системы гидропривода ДМ "Фрегат" составил в 1988 г. 694,8 тыс. руб. и в 1989 г. - 713,3 тыс. руб.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих печатных работах:

1. Гринь Ю. И., Гамрецкий И. А. Удосконалення зливної системи дощувальної машини "Днепр". Ж. Вісник сільськогосподарської науки, 1988, №10.
2. Гринь Ю. И., Гамрецкий И. А. Дослідження зливних систем дощувальної машини "Фрегат". Ж. Вісник сільськогосподарської науки, 1988, №11.
3. Гринь Ю. И., Гамрецкий И. А. Удосконалена зливна система "Фрегата". Ж. Механізація сільського господарства, 1988, №5.
4. Гринь Ю. И., Гамрецкий И. А. Исследование переходных процессов в дождевальном трубопроводе машины "Днепр". Республиканский межве-

доміснений тематический научно-техніческий сбсрник "Меліорація і водное хозяйство". К., УкрНИИГІМ, 1989.

5. Гринь Ю.И., Гамрецкий И.А. Многоопорная дождевальная машина. Авторское свидетельство №1344287. Бюллетень "Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки". ЦНИИПИ, М., 1987, №38.
6. Гринь Ю.И., Гамрецкий И.А. Трубопровод дождевальной машины. Авторское свидетельство №1428304. Бюллетень "Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки". ЦНИИПИ, М., 1988, №37.
7. Гринь Ю.И., Гамрецкий И.А. Многоопорная дождевальная машина. Авторское свидетельство №1519593. Бюллетень "Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки". ЦНИИПИ, М., 1989, №41.
8. Гринь Ю.И., Гамрецкий И.А. Система управления многоопорной дождевальной машиной. Авторское свидетельство №1379952.
9. Гринь Ю.И., Штангей А.И., Гамрецкий И.А. и др. Рекомендации по эксплуатации ЭДМФ "Кубань" в природно-хозяйственных условиях юга УССР. К., УкрНИИГІМ, 1986.

Гамрецкий І.А. "Дослідження і розробка пристроїв для зливу води багатопірних дощувальних машин "Днепр", "Фрегат" і "Кубань" (рукопис).

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук по спеціальності 06.01.02-меліорація і зрошуване землеробство. ІГІМ, Київ, 1995.

Досліджено взаємозв'язок роботи зливних систем багатопірних дощувальних машин і закритої зрошувальної і режі, визначені величини непродуктивних втрат води і коливань тиску в трубопроводах зрошувальної мережі і дощувальних машин при роботі зливних клапанів різних конструкцій. Визначені закономірності розподілу шару дощу існуючих і розроблених пристроїв для зливу води підвищуючих екологічну безпеку дощувальних машин.

Gamretsky I.A., "Research and Development of Water-Draining Devices for DNEPR, FREGAT and KUBAN, Multi-Carriage Sprinkling Machines" (a typescript). A thesis submitted for a Candidate of Technical Science degree in speciality 06.01.02, land-reclamation and irrigated farming, Institute of Hydrotechnique and Land Reclamation of Ukraine s AAS, Kiev, 1995.

The operating relationship of multi-carriage sprinkling machines water-draining devices and closed irrigation network was investigated, the values of unproductive water losses and those of pressure fluctuation in pipelines of irrigation network and sprinkling machines, were determined for different types of drainage valves used. The pattern of sprinkled water distribution was determined for the existing water-draining devices and for those proposed, the latter contributing to the increase of sprinkling machine ecological safety.

Ключевые слова: оросительная система, многоспорная дождевальная машина, сливная система, сливной клапан, оросительная вода, потери воды, колебание давления, слой дождя.

448025

AB 32.024