

УДК 631.1

Разработка стенда для проведения лабораторных исследований гидравлических характеристик устройств с пропускными отверстиями

Л.Ж. Настуева

Введение. В современной рыночной экономике в условиях экономического кризиса и сложной эпидемиологической ситуации вопросы, касающиеся рационального использования ресурсов и снабжения населения страны качественной сельскохозяйственной и растениеводческой продукцией, обретает все более актуальный характер. России, обладая большими запасами плодородных земель и занимая лидирующие позиции в экспорте своей продукции (зерно), еще не исчерпала весь свой потенциал и нам есть куда расти. Дальнейший рост эффективности сельскохозяйственного производства возможен через внедрение прогрессивной техники и технологий, введения в сельскохозяйственный оборот заброшенных земель, совершенствование инженерно-мелиоративных систем [3], а также, безусловно, огромное значение в современном мире имеет информатизация и автоматизация сельскохозяйственного производства.

Рассматривая данный вопрос в рамках нашей республики, считаю, что несмотря на богатство природных ресурсов, более-менее стабильную экологическую обстановку по сравнению с другими регионами нашей страны, необходимо уже сейчас разрабатывать и внедрять новые инновационные технологии ресурсосбережения, которые должны коснуться всех сфер человеческой жизнедеятельности.

Для улучшения мелиоративного состояния земель и повышения урожая необходимо совершенствовать автоматизированные инженерно-мелиоративные системы с ресурсосберегающими технологиями. Несомненно, что лидером среди перспективных способов полива, наиболее эффективным и ресурсосберегающим является капельное орошение. Именно в этом направлении многие ученые нашего вуза работают над совершенствованием существующих мелиоративных систем и разрабатывают инновационные многофункциональные инженерно-мелиоративные системы (МИМС), адаптированные к условиям горного и предгорного ландшафта [8, 9, 11, 12, 13].

Цель исследования – разработка пневмогидравлической установки с оборотной системой водоснабжения и использование ее в качестве стенда для тарирования и проведения гидравлических исследований расходных характеристик водовыпускных элементов инженерных и мелиоративных систем.

Материалы и методы исследования. В качестве материала исследования при разработке метода и стенда для проведения лабораторных исследований по определению гидравлических характеристик водовыпускных и пропускных элементов был использован опыт, накопленный предыдущими исследователями по решению данного вопроса. Предметом исследования является инновационная разработка для проведения гидравлических исследований водовыпускных элементов. В результате детального анализа достоинств и недостатков существующих решений предложены новые варианты, запатентованные в Российской Федерации, некоторые из которых прошли частичную апробацию, как в лабораторных, так и в натуральных условиях.

Основными достоинствами разработанной установки являются малые объемы жидкости (вода, масло и др.), необходимые для проведения исследований, малая материалоемкость установки и др. [2].

План исследования включает в себя изготовление установки, выбор исследуемых элементов, определение основных факторов и параметра оптимизации.

Обработка результатов осуществляется по типовым и собственным программам и включает в себя факторный анализ и ранжирование факторов. В качестве приборов и инструментов для проведения исследований использовались манометры, мерные объемные бачки, секундомер, пьезометры и др. [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Для решения обозначенных проблем была разработана и запатентована установка для проведения гидравлических исследований (рис.1).

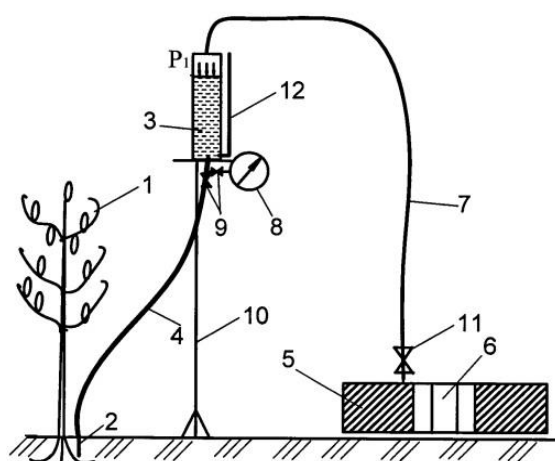


Рисунок 1. Установка для проведения гидравлических исследований (Патент РФ № 2581184):

1 – растение; 2 – локальный внутрпочвенный увлажнитель; 3 – напорный бак; 4 – шланг; 5 – шина; 6 – диск; 7 – напорный шланг; 8 – манометр; 9 – вентиль подачи воды; 10 – штатив; 11 – воздушный вентиль; 12 – пьезометр.

Установка работает следующим образом [14]. Шина 5 закачивается воздухом до давления 2-3 атм. Далее открывается вентиль подачи воздуха 11 и воздух поступает в бак с водой 3. Открывается вентиль подачи воды 9, и вода по шлангу 4 поступает во внутрпочвенный увлажнитель 2.

Расход вытекающей из бака воды можно определить объемным методом (используется мерная шкала):

$$Q = \frac{V_1 - V_2}{T} = \frac{\Delta V}{T} \quad (1)$$

где

Q – расход воды;

V_1, V_2 – объем воды в напорном бачке, до и после начала истечения воды;

ΔV - объем вытекающей воды;

T – время истечения.

Давление на водовыпускном элементе установки равно:

$$P_2 = P_1 + \rho gh, \quad (2)$$

где:

P_2, P_1 – давление соответственное давлению на исследуемом элементе и свободной поверхности воды в бачке:

h – высота водяного столба;

ρ - плотность столба;

g – ускорение свободного падения.

Такая установка не эффективна для проведения гидравлических исследований по определению расходных характеристик. Поэтому разработана и запатентована в РФ пневмогидравлическая обратная установка (рис.2).

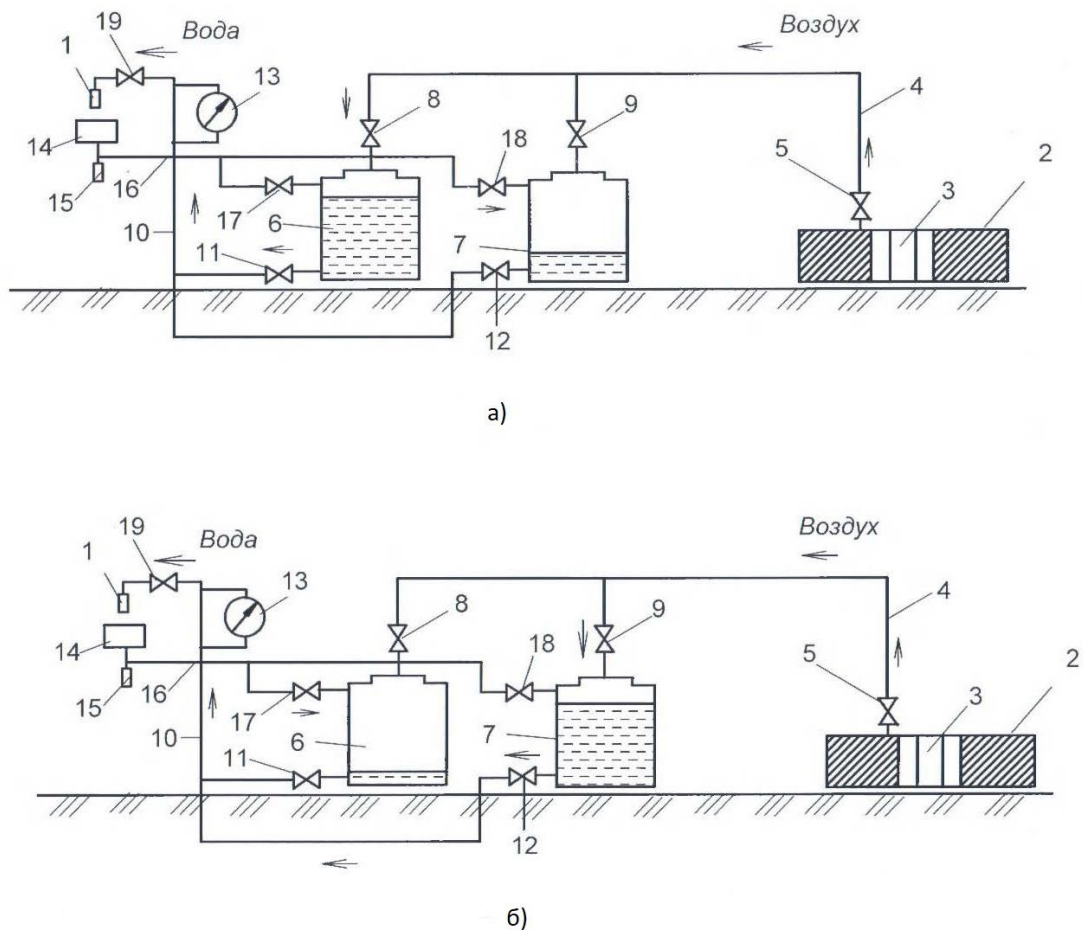


Рисунок 2 – Пневмогидравлическая обратная установка для тарирования и проведения лабораторный исследований по определению расходных характеристик водовыпускных элементов (Патент РФ № 191042):

а – работа установки, когда первый бак напорный, а второй сбросной; б – работа установки, когда второй бак напорный, а первый сбросной; 1 – водовыпускной элемент; 2 – шина; 3 – диск; 4 – воздушный трубопровод; 5 – задвижка; 6 – первый бачок; 7 – второй бачок; 8 – воздушный вентиль на первый бак; 9 – воздушный вентиль на второй бак; 10 – напорный трубопровод; 11 – вентиль на напорный трубопровод первого бачка; 12 – вентиль на напорный трубопровод от второго бачка; 13 – манометр; 14 – сборный лоток; 15 – отстойник; 16 – сбросной трубопровод; 17 – вентиль на сбросной трубопровод первого бачка; 18 – вентиль на сбросной трубопровод второго бачка; 19 – вентиль для водоспуска.

Пневмогидравлическая обратная установка (ПОУ) работает следующим образом [7].

Шина 2 заполняется воздухом с помощью пневматического насоса (рис.3) до величины давления 2-3 атмосферы при этом вентиль 5 закрыт. После того, как вентиль 5 открывается, воздух из шины 2 поступает в бачок 1 с водой, вентиль 8 открыт, а 9 закрыт. При этом бачок 6 работает как напорный, а бачок 7 как сбросной. Далее вода по трубопроводу 10 поступает на исследуемый элемент 1. На трубопроводе 10 установлен

манометр и вентиль 19. Вода сбрасывается в лоток 14 и по трубопроводу 16 попадает во второй бачок 7. После того, как наполнится водой бачок 7, направление движения воды меняется в обратную сторону, таким образом и достигается обратное водоснабжение.

При использовании в качестве оборотной жидкости масла повышается эффективность работы данной оборотной системы.

Возможно использование ПОУ в учебном процессе, поэтому при помощи этой установки планируется создавать учебные стенды для проведения лабораторных работ. К примеру, можно продемонстрировать уравнение Бернулли:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_f, \quad (3)$$

где:

γ – удельный вес воды;

v_1, v_2 – скорость потока воды в первом и втором сечении;

p_1, p_2 – пьезометрическое давление в первом и втором сечении;

g – ускорение свободного падения;

h_f – потеря напора по длине на участке;

Z_1, Z_2 – высота первого и второго участка.

Для исследования расходных характеристик μ из отверстий или других гидравлических характеристик можно воспользоваться формулой истечения жидкости из отверстий [3]:

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH}, \quad (4)$$

где: \sqrt

μ – коэффициент расхода жидкости;

ω – площадь поперечного сечения отверстия;

H – гидростатический напор.

В перспективе учебные стенды с пневмогидравлической установкой можно предлагать в учебные заведения среднего и высшего образования для проведения лабораторных работ. Также на основе предлагаемых разработок планируется коммерциализация полученных результатов интеллектуальной деятельности с помощью малого инновационного предприятия по производству лабораторного оборудования.

Выводы. Приведены инновационные разработки Кабардино-Балкарского ГАУ и причина медленного их продвижения по внедрению в сельхозпроизводство.

Обозначены основные цели и используемые материалы исследования. Экспериментальная часть исследований и описанная методика основаны на использовании математической теории планирования эксперимента, а обработка результатов осуществляется по типовым и собственным программам [3]. Приведены конструктивные решения и описание установки для проведения лабораторных исследований методом тарирования. Установка запатентована в РФ [7] и особенно эффективна при исследовании гидравлических характеристик, когда в качестве жидкости используются дорогостоящие масла.

Заключение. Разработанная установка для проведения гидравлических исследований внутрипочвенных увлажнителей локальных систем внутрипочвенного орошения позволяет определять расход вытекающей воды и полное давление, создаваемое на водовыпускном элементе установки. На учебном стенде с помощью пневмогидравлической оборотной установки можно определять расход воды объемным методом, изучать режим течения воды (ламинарный или турбулентный), при различных режимах течения исследовать характеристики трубопроводов, потери напора при местных сопротивлениях, резких расширениях или сужениях, а также потери напора в диафрагмах и задвижках. Предложена методика проведения исследований на пневмогидравлической оборотной установке по определению расходных характеристик водовыпускных элементов и варианты ее применения для постановки лабораторных работ [2].