

Для апробации программы оптимизации передаточного числа согласующего редуктора в качестве расчетной модели принят самосвал массой брутто 97 тонн с ГМП 6+1, канонической характеристикой ГДТ ЛГ-470, внешней скоростной характеристикой (ВСХ) ДВС ЯМЗ-845.10 и передаточных числах согласующего редуктора $U_{ред} = (0,8; 1,0; 1,2)$. Был смоделирован разгон с места до максимальной скорости $V_a = 55$ км/ч полностью груженного самосвала на участке с коэффициентом сопротивления дороги $\psi = 0,2$.

Результаты расчета представлены на рисунках (2...4).

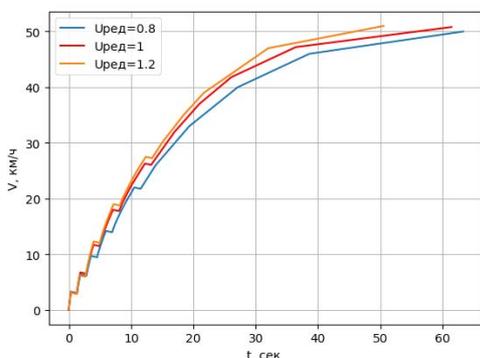


Рисунок 2 – Скоростная характеристика времени разгона самосвала $V_a = f(t)$ при $U_{ред} = (0,8; 1,0; 1,2)$

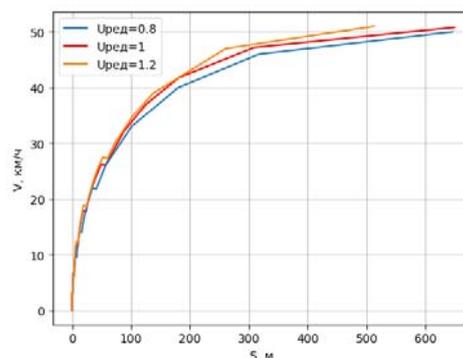


Рисунок 3 – Скоростная характеристика пути разгона самосвала $V_a = f(S)$ при $U_{ред} = (0,8; 1,0; 1,2)$

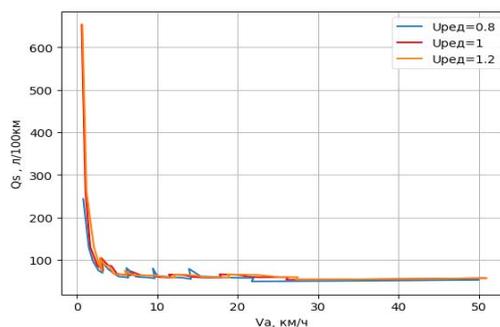


Рисунок 4 – Путь расход топлива $Q_s = f(V_a)$ при разгоне самосвала на горизонтальной дороге при $U_{ред} = (0,8; 1,0; 1,2)$

УДК 614.843.3

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ОГNETУШАЩЕЙ ЖИДКОСТИ В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ УСТАНОВКИ ИМПУЛЬСНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ (УИП)

А.С. Дмитриченко¹, И.В. Качанов², М.В. Кудин³, И.М. Шаталов², М.К. Щербакова²

¹Белорусский государственный технологический университет

²Белорусский национальный технический университет

³Белорусская государственная академия авиации

В настоящее время все большее внимание уделяется повышению эффективности тушения пожаров водой за счет уменьшения подаваемого удельного расхода и увеличению степени использования огнетушащего вещества (ОТВ). Это достигается использованием при тушении пожаров распыленной воды (РВ) и составов на ее основе, подаваемых к месту пожара различными системами, установками и устройствами. Например, установками импульсного пожаротушения (УИП), в состав которых входит ствол пожаротушения импульсный (СПИ). На кафедре ГЭСВТГ БНТУ в 2015 г. было выполнено научно-техническое исследование установок импульсного пожаротушения в рамках ГПНИ «Информатика и космос, научное обеспечение безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций».

Основным техническим устройством УИП, подающим ОТВ на формирование струи РВ, является ствол, который в общем случае состоит из газовой (воздушной) и жидкостной (водяной) камер, соединенных быстродействующим клапаном.

Геометрическая модель ствола УИП представлена на рисунке 1.

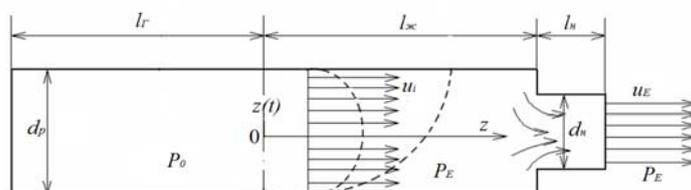


Рисунок 1 – Геометрическая модель СПИ

Газ и жидкость располагаются в цилиндрическом резервуаре диаметром d_p и занимают объемы, характеризующиеся длинами l_r и $l_ж$, разделенные плоской твердой границей с конически расходящимся насадком (на схеме условно не показан). Газ находится под давлением P_0 , жидкость – при давлении окружающей среды P_E . Далее жидкость вытесняется через цилиндрический насадок диаметром d_n и длиной l_n в окружающую среду.

В стволе УИП происходит импульсное вытеснение жидкости сжатым газом, которое можно считать неустановившимся резкоизменяющимся (импульсным) движением распыливаемой жидкости с адиабатическим расширением распыливающего газа в стволе УИП и на выходе из него.

Такое движение можно моделировать путем использования двух уравнений: уравнения импульса и уравнения неразрывности с учетом инерционных потерь давления.

Численное моделирование движения жидкости в стволах УИП проводилось в современном пакете вычислительной гидрогазодинамики ANSYS CFX, в который включены различные математические модели, в том числе и модели движения двухфазных потоков (жидкость-газ) и распыления жидкостей.

Моделирование проводилось с различными соотношениями d_n/d_p , применяемыми в практике пожаротушения. Скорость подачи распыливающего сжатого газа варьировалась в пределах 5–50 м/с, 50–100 м/с, 100–300 м/с и свыше 300 м/с.

Результаты численного моделирования представлены на рисунке 2.

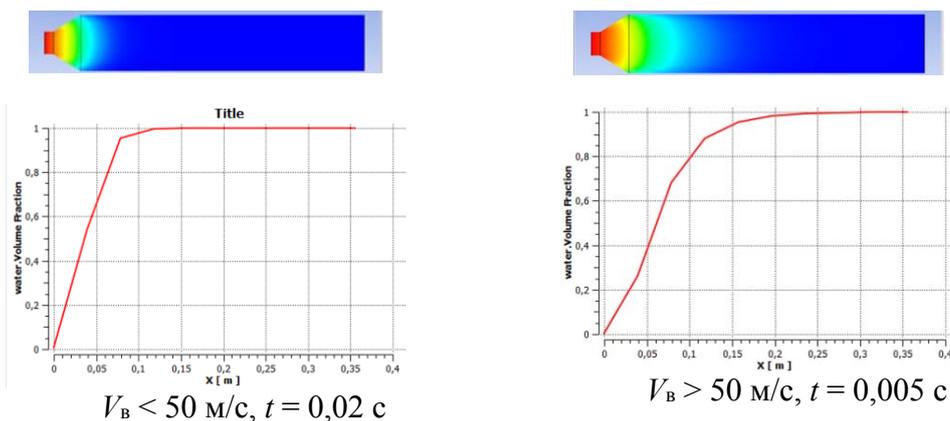


Рисунок 2 – График изменения соотношения воздух-вода в газо-жидкостном потоке при скоростях подачи распыливающего сжатого газа до и свыше 50 м/с

Проведенное моделирование позволило сделать следующие выводы:

1. В результате взаимодействия распыливающего газа с распыливаемой жидкостью граница раздела фаз имеет криволинейную форму.
2. Режимы течения и диспергирования (распада и распыления) огнетушащей жидкости зависят от размеров жидкостной камеры (ее диаметра d_p) и отверстия истечения (d_n). При со-

отношениях $d_n / d_p > 0,80 / 0,85$ устанавливается импульсный волнообразный распад струи жидкости; при $d_n / d_p \leq 0,85 / 0,5$ – волнообразный турбулентно-пульсационный распад жидкости; при $d_n / d_p < 0,5$ происходит кавитационно-инерционный распад жидкости в плоскости отверстия истечения или в непосредственной близости от него.

В заключении следует отметить, что установленные режимы течения позволяют выбрать наиболее оптимальные конструктивные и гидродинамические параметры ствола УИП для тушения пожаров различной сложности.

УДК 629.114.4

РАСЧЕТНАЯ СХЕМА И СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МОДУЛЯТОРА ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ ОСОБО БОЛЬШОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

С.В. Ермилов, М.И. Жилевич

Белорусский национальный технический университет

Обеспечение устойчивого и управляемого движения автомобиля и минимального тормозного пути на скользких и обледенелых дорожных покрытиях является сложной задачей для водителя. Антиблокировочные системы (АБС), устанавливаемые практически на все виды транспортных средств, позволяют упростить данную проблему.

В соответствии с Правилами ЕЭК ООН №13 применение АБС на автомобилях особо большой грузоподъемности не регламентировано, однако некоторые мировые производители уже ведут работы по установке таких систем на карьерные самосвалы (КС).

Как правило, АБС работает по циклическому алгоритму и, в зависимости от его сложности, управление модулятором, конструктивно состоящем из элементов дискретного типа, может быть двух-, трех- и многофазным. Преимуществом двухфазного модулятора является простота конструкции. Например, в разомкнутом приводе такой модулятор может быть реализован трехлинейным двухпозиционным распределителем. Конструкции трехфазных и многофазных модуляторов более сложные и получаются комбинированием таких распределителей. Фаза выдержки позволяет уменьшить расход рабочей жидкости (РЖ) и, кроме того, способствует предотвращению гидроударов и волновых процессов в трубопроводах при резком изменении направления потока РЖ.

Одной из главных проблем реализации АБС на КС – большие размеры исполнительных механизмов и, как следствие, большой расход РЖ в тормозном приводе и инерционность исполнительных элементов. Схемное решение, новизна которого подтверждена патентом РБ на изобретение, 60Т 8/48 (2006.01), ВУ 19812 С1, представленное на рисунке 1, позволяет снизить инерционность элементов гидравлического модулятора и обеспечить заданное быстродействие антиблокировочной системы при экстренном торможении КС. Требуемая скорость срабатывания привода достигается путем применения разделения потока РЖ на основной и вспомогательный при помощи дополнительного нормально закрытого клапана 3 золотникового типа, установленно параллельно основному 1. Клапан 2 предназначен для сброса РЖ в бак на фазе оттормаживания. Предлагаемое схемное решение позволяет использовать в качестве впускного 1 и выпускного 2 клапанов серийно выпускаемыми аппаратами с электромагнитным управлением.

Расчетная схема модулятора для фазы экстренного торможения (рисунок 2) позволяет определить основные конструктивные параметры рабочего окна клапана 3.

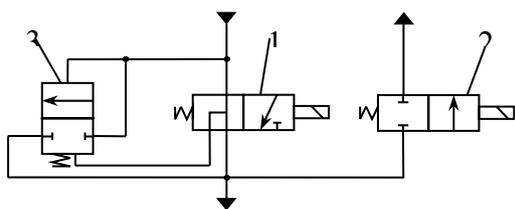


Рисунок 1 – Схемное решение модулятора для автомобиля особо большой грузоподъемности

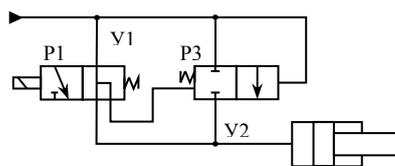


Рисунок 2 – Расчетная схема модулятора