

УДК 621.176

С.А. АЛЁХИН¹, Е.С. ВАСИЛЬЕВ¹, В.П. ГЕРАСИМЕНКО², В.А. ОПАЛЕВ¹¹*Казенное предприятие «Харьковское КБ по двигателестроению», Украина*²*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУЙНОГО ЭЖЕКТОРА УДАЛЕНИЯ ПЫЛИ ИЗ ВОЗДУХООЧИСТИТЕЛЯ ВЫХЛОПНЫМИ ГАЗАМИ В ТРАНСПОРТНОМ ДИЗЕЛЕ

Рассмотрены основные проблемы оптимального проектирования струйного эжектора для удаления пыли из воздухозаборной камеры транспортного дизеля его выхлопными газами. Обоснован выбор струйного аппарата с центральным или периферийным подводом активного газа для конкретного дизеля. При ограниченных габаритах целесообразно использовать струйный аппарат с периферийным подводом активного газа, отбираемого за турбиной турбонаддувочного агрегата. Записаны основные параметры, характеризующие эффективность струйного аппарата в качестве пылеудалятеля. Обосновано гидродинамическое подобие, а в качестве критерия эквивалентности режимов работы эжекторов в стендовых и натурных испытаниях предложено использовать адиабатический КПД. Представлены результаты испытаний струйных аппаратов с центральным и периферийным подводом активного газа в стендовых и натурных условиях. Интенсивность отсоса в двигателе на 25 % выше, чем на стенде.

Ключевые слова: *дизель, струйный аппарат, эжектор, характеристика.*

Введение

Несмотря на сравнительно невысокие КПД эжекторных устройств целесообразность их применения во многих областях техники не вызывает сомнения. Они широко применяются начиная от эжекторных реактивных сопел [1], струйных обменников энергией ракетно-прямоточных, турбо-прямоточных авиационных и водометных двигателей до смесителей разнородных рабочих тел с разными уровнями энергии [2], инжекторов, пневмофорсунок и т.п.

Аэродинамическое саморегулирование эжекторных реактивных сопел улучшает их тяговую характеристику при существенном упрощении конструкции по сравнению с всережимным соплом Лавалья. Струйные аппараты часто имеют преимущества и в других случаях. Особые выгоды использования струйного эффекта представляют случаи смешения двух потоков с разными уровнями энергии.

Применение струйного аппарата в том или ином техническом устройстве, естественно, имеет отдельные отличительные признаки, характеризующие его эффективность в конкретных условиях. В то же время уже существует специальная литература [3, 4], в которой приведена систематизация информации по таким аппаратам, как отдельному типу компрессоров.

Отсутствие подвижных или вращающихся элементов в таких аппаратах для подвода механической

энергии при повышении давления инжектируемого потока обеспечивает простоту их конструкции, что является принципиальной отличительной особенностью и благодаря которой часто отдается им предпочтение при выборе типа обменника энергией. Существенное влияние на аэродинамические характеристики струйных аппаратов оказывает компоновочная схема их исполнения в энергетической системе.

Формулирование проблемы

Широкое применение струйных аппаратов в различных технических устройствах [1-6] накладывает отпечаток на конструктивные схемы исполнения и на их многообразие. Несмотря на простоту струйных аппаратов их составными элементами обычно являются: ускорительные сопла активного и пассивного газа, пара или жидкости, камера смешения и диффузор. От согласования характеристик этих элементов зависит эффективность аппарата в целом. Известные публикации по исследованиям изолированных элементов свидетельствуют о многообразии режимов их работы с наличием скачков уплотнения или волн разрежения, отрывных явлений, фазовых превращений и т.п. Такое разнообразие возможных режимов работы составляющих элементов естественно должно учитываться при проектировании и выборе оптимальных размеров струй-

ных аппаратов путем согласования характеристик этих элементов. Существующие методики расчетов струйных аппаратов построены на термогазодинамических процессах, протекающих одновременно во всех элементах на установившихся режимах работы [3 – 5]. К настоящему времени установлены основные закономерности протекающих процессов и выделены основные параметры в качестве критериев оптимизации геометрических размеров элементов струйных аппаратов с центральным и периферийным подводом активного газа. Имеются публикации по влиянию чисел Маха [5] и Рейнольдса [6], количества и формы сопел, в том числе с внезапным расширением струи, отсоса пограничного слоя на стенках диффузора [1] и др. Однако полностью отсутствует информация о влиянии таких динамических факторов как нестационарность потока и пульсации, которые свойственны работе струйных аппаратов в устройствах с периодическим действием и в частности в двигателях внутреннего сгорания. Очевидно можно ожидать усиления эжекционного эффекта активной струи при импульсном ее характере в таких двигателях подобно работе выхлопных коллекторов [7] или волновых обменников энергии.

Особый интерес представляет применение струйного аппарата в качестве эжекторного устройства для удаления пыли из воздухоочистителя транспортного двигателя. Выбор рациональной схемы такого устройства при ограниченных габаритах и сочетании с другими элементами системы составляет основную задачу оптимального конструирования.

Целью данной статьи является исследование способа подвода активного газа и влияния его нестационарности потока на эффективность струйного аппарата.

1. Параметры эффективности струйных аппаратов

Эффективность струйных аппаратов-эжекторов определяется коэффициентом эжекции $m = G_{\bar{\Gamma}} / G_a$ – отношением массовых расходов пассивного и активного смешиваемых потоков и степенью повышения давления пассивного газа $\pi_{\bar{\Gamma}} = p_c / p_{\bar{\Gamma}}$ – отношением давлений смешения p_c на выходе из струйного аппарата и давления пассивного газа $p_{\bar{\Gamma}}$ на входе в камеру смешения. Эти два параметра однозначно связаны между собой при заданном давлении торможения активного газа на входе в эжектор p_a^* . При идеальном процессе преобразования энергии в струйном аппарате газов с одинаковыми газовыми постоянными и температурами связь указанных

давлений с коэффициентом эжекции представляется сравнительно простой зависимостью [3]:

$$p_c = \left(p_a^* p_{\bar{\Gamma}}^m \right)^{\frac{1}{m+1}}, \tag{1}$$

откуда максимально достижимый коэффициент эжекции в идеальном процессе равен

$$m_{\bar{\Gamma}} = \frac{\ln \pi_a}{\ln \pi_{\bar{\Gamma}}}, \tag{2}$$

где $\pi_a = p_a^* / p_c$ – степень понижения давления активного газа в эжекторе.

В реальных случаях при прочих равных условиях на расчетном режиме работы, определяемом конструктивными размерами, коэффициент эжекции будет меньше вследствие наличия потерь энергии. Основными источниками потерь на данном режиме работы являются потери на трение потока об ограничивающие стенки и потери отрыва в диффузоре, потери на турбулентное смешение – «удар» потоков и потери на скачках уплотнения при их наличии.

Легко показать, что относительные потери кинетической энергии при смешении потоков в цилиндрической камере смешения с примерно изобарным процессом зависят от коэффициента эжекции и отношения скоростей активного и пассивного потоков $C_a, C_{\bar{\Gamma}}$ на входе в камеру

$$\bar{\Delta} \Lambda_{\bar{\Gamma}} = \frac{m(1 - C_{\bar{\Gamma}} / C_a)^2}{(m+1) \left[1 + m(C_{\bar{\Gamma}} / C_a)^2 \right]} \tag{3}$$

и практически не зависит от центрального и периферийного подвода активного газа. Однако способ подвода влияет на потери трения и в скачках уплотнения. Коэффициент эжекции с учетом всех перечисленных потерь энергии может быть представлен формулой, полученной на основе законов сохранения импульсов и массы для смешиваемых потоков с одинаковыми газовыми постоянными [3]

$$m = \frac{K_1 \lambda_a - K_3 \lambda_c}{K_4 \lambda_c - K_2 \lambda_{\bar{\Gamma}}} \sqrt{\frac{T_a}{T_{\bar{\Gamma}}}}, \tag{4}$$

где K_1, K_2, K_3, K_4 – коэффициенты, учитывающие потери скорости в элементах эжектора; $\lambda_a, \lambda_{\bar{\Gamma}}, \lambda_{\bar{\Gamma}}$ – приведенные скорости активного, пассивного и смешанного потоков газа; $\dot{O}_a, \dot{O}_{\bar{\Gamma}}$ – температуры активного и пассивного потоков.

К сожалению, отсутствие надежных статистических данных по указанным коэффициентам потерь не обеспечивает необходимую точность расчетов. Особенно недостает данных по эжекторам с периферийным подводом активного газа. Поэтому требуются дополнительные опытные доводочные испытания струйных аппаратов.

Ввиду того, что при периферийном подводе ак-

тивного газа уровень потерь энергии на трение следует ожидать большим, чем при центральном, то такая схема обычно реже и применяется. С другой стороны, при периферийном подводе активного газа быстрее протекают процессы обмена импульсами между активным и пассивным потоками, что способствует ускорению выравнивания эпюры скоростей в поперечном сечении и позволяет сократить длину камеры смешения, а, следовательно, частично уменьшить путевые потери и габариты эжектора. Кроме того, в этом случае может быть также увеличен угол раскрытия диффузора за камерой смешения или совмещены камера смешения и выходной диффузор, что дополнительно сокращает длину эжектора. Поэтому в условиях ограниченных габаритов такая схема может оказаться более предпочтительной. Подобные ограничения обычно накладываются в транспортных средствах, где двигательному отсеку отводят существенно малые объемы.

В транспортных двигателях [7], работающих в условиях повышенной запыленности воздуха, часто используют в качестве первой ступени его очистки циклонные устройства [8, 9], из которых необходимо непрерывно удалять пыль. Одним из рациональных способов удаления пыли может быть ее отсос струйным аппаратом, в котором в качестве активного потока используют выхлопные газы. Естественно, что повышение КПД струйного аппарата будет способствовать улучшению экономичности двигателя в целом. Отступление от оптимальных длин камеры смешения, отказ от применения выходного диффузора и другие габаритные ограничения ухудшают характеристики эжектора. Вместе с тем существуют примеры [4] отсутствия камеры смешения при периферийном подводе активного газа.

Кроме перечисленных факторов эффективность струйного эжектора для удаления пыли определяется во многом компоновочной схемой устройства в системе двигателя. Ввиду отсутствия надежных методов расчета потерь в элементах подобных систем, позволяющих оценить КПД конкретного струйного аппарата, предусмотрено проведение стендовых и натурных испытаний системы пылеудаления.

2. Результаты исследования

Проведены испытания эжектора с центральным подводом активного газа (рис. 1, а) для пылеудаления из воздухоочистителя четырехтактного транспортного дизеля и эжектора с периферийным подводом активного газа (рис. 1, б), разработанного для двухтактного дизеля 5ТДФМА с осевой турбиной на выхлопе перед отбором активного газа. Сочетание такой схемы отбора в эжекторе с периферийным подводом активного газа оказалось удачным с точки

зрения эффективного использования кинетической энергии выхлопных газов за турбиной без участков торможения – ускорения потока, присущих схеме с центральным подводом активного газа.

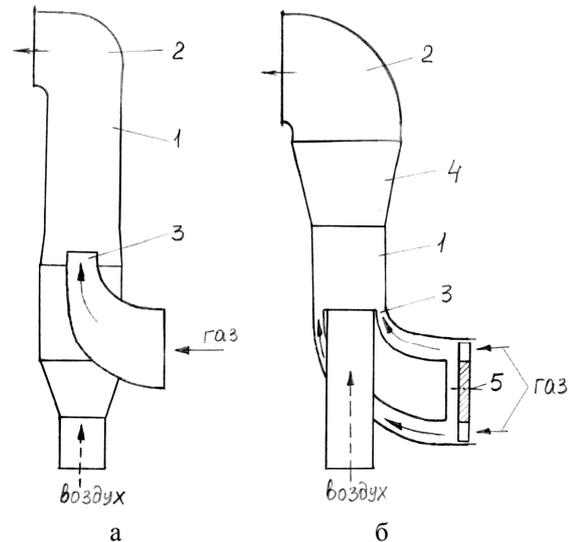


Рис. 1. Эжекторы системы пылеудаления:
а – с центральным подводом газа;
б – с периферийным подводом газа;
1 – камера смешения; 2 – патрубком; 3 – газовое сопло;
4 – диффузор; 5 – осевая турбина

Испытания проводились в два этапа: на специальном стенде и в системе двигателя. В стендовых условиях с «холодной» продувкой эжекторных устройств воздухом турбина отсутствовала, а поэтому для обеспечения равномерности потока в кольцевом канале был установлен перед ним конический обтекатель втулки.

Гидродинамическое подобие [10] при сопоставлении результатов испытаний эжектора с натурными геометрическими размерами при одинаковых полных давлениях активного газа в стендовых условиях и на двигателе обеспечивалось с точностью до 1,5 % условием

$$G_{\dot{a}} = G_{\dot{a}} \sqrt{\frac{\dot{O}_{\dot{a}}^*}{\dot{O}_{\dot{a}}^*}}, \quad (5)$$

где $G_{\dot{a}}$, $G_{\dot{a}}$, $\dot{O}_{\dot{a}}^*$, $\dot{O}_{\dot{a}}^*$ – расходы и полные температуры активного воздуха и газа, соответственно, в стендовых испытаниях и на двигателе. В системе двигателей испытания проводились на режимах максимальной мощности $\bar{N}_e = 1,0$ и холостого хода $\bar{N}_e = 0$.

Необходимо отметить, что на обоих режимах работы двигателя расход воздуха через него оставался одинаковым при постоянной частоте вращения коленвала, так как в исследуемых дизелях использова-

на механическая связь турбонаддува.

По результатам испытаний рассчитывались основные параметры эжекторов:

– степень повышения давления пассивного воздуха

$$\pi_i = \frac{B}{B - \Delta P_{i \text{ } \dot{O} \dot{H}}}; \quad (6)$$

– степень понижения давления активного газа или воздуха

$$\pi_a = \frac{P_a^*}{B};$$

– располагаемый перепад давления между активным и пассивным потоками

$$\pi_p = \frac{P_a^*}{B - \Delta P_{i \text{ } \dot{O} \dot{H}}} = \pi_a \cdot \pi_i;$$

– степень эжекции m и адиабатический КПД [4]

$$\eta_{\dot{a}\dot{a}} = (m\theta + 1) \frac{1 - 1/\pi_i^{\frac{\hat{e}-1}{\hat{e}}}}{1 - 1/\pi_\delta^{\frac{\hat{e}-1}{\hat{e}}}}, \quad (7)$$

где $B = P_c$ – атмосферное давление; $\Delta P_{i \text{ } \dot{O} \dot{H}}$ – разрежение пассивного воздуха, создаваемое эжектором в пылеуловителе; $B - \Delta P_{i \text{ } \dot{O} \dot{C}} = P_i$; $\theta = \dot{O}_i^* / \dot{O}_a^*$ – отношение полных температур пассивного и активного газов; κ – показатель адиабаты.

Ввиду того, что при стендовых испытаниях полные температуры активного и пассивного потоков практически не отличались, то в формуле (7) $\theta = 1$, что естественно приводит к отличию КПД. А поэтому возникает вопрос с адекватностью моделирования процессов при сопоставлении характеристик одного и того же эжектора, полученных в стендовых условиях и на двигателе при соблюдении гидродинамического подобия (5). Очевидно, что здесь условием адекватности моделирования может быть использовано равенство КПД, которое при стендовых испытаниях с равными начальными температурами активного и пассивного потоков представляется формулой

$$\eta_{\dot{a}\dot{a}} = \left(g_{i \text{ } \dot{O} \dot{H}} \sqrt{\frac{T_i^*}{T_a^*}} + 1 \right) \frac{1 - 1/\pi_i^{\frac{\hat{e}-1}{\hat{e}}}}{1 - 1/\pi_\delta^{\frac{\hat{e}-1}{\hat{e}}}}, \quad (8)$$

где $g_{i \text{ } \dot{O} \dot{H}} = m = m_{\dot{y}\dot{e}\dot{a}} \sqrt{\dot{O}_a^* / \dot{O}_i^*}$ – коэффициент отсоса, характеризующий работу эжектора системы пылеудаления в воздухоочистителе двигателя, которому эквивалентен коэффициент эжекции $m_{\dot{y}\dot{e}\dot{a}}$, полученный в стендовых испытаниях; \dot{O}_a^* и \dot{O}_i^* – температуры активного потока в двигателе и в модельных условиях на стенде, соответственно.

Результаты стендовых испытаний эжекторов с центральным и периферийным подводом активного газа представлены на рис. 2 пунктирной и сплошной линиями, соответственно. Здесь же показаны штрихпунктирными линиями характеристики сети, выражающие зависимости гидравлического сопротивления циклонов с подводящими и отводящими каналами. Гидравлические сопротивления при этом пересчитаны на параметры π_i и $\eta_{\dot{a}\dot{a}}$. Характеристики эжекторов $\eta_{\dot{a}\dot{a}} = f(g_{i \text{ } \dot{O} \dot{H}})$ показаны при разных значениях сопротивления выхлопу P_r по статическому давлению, создаваемого эжекторами на режимах, соответствующих максимальной мощности $\bar{N}_e = 1,0$ и холостого хода $\bar{N}_e = 0$ дизелей.

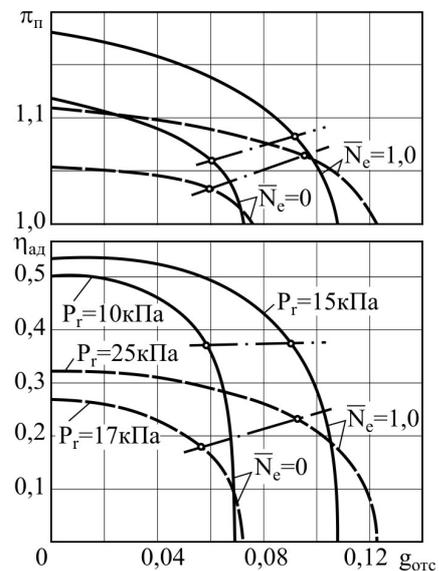


Рис. 2. Характеристики эжекторов:
 — с периферийным подводом газа;
 - - - с центральным подводом газа

Как видно из рис. 2, эжекторы с периферийным и центральным подводом активного газа имеют примерно одинаковые коэффициенты отсоса на одноименных режимах работы дизелей, несмотря на отличия в их сопротивлениях сети и противодавлениях выхлопу. Более высокое сопротивление сети эжектора с периферийным подводом активного газа вызвано повышенными абсолютными значениями расходов воздуха через циклоны, что улучшает очистку воздуха [8], хотя и требует увеличения разрежения, создаваемого эжектором в пылеуловителе.

Эжектор с периферийным подводом активного газа в его гидравлической сети имеет примерно в два раза выше КПД и более высокие значения степени повышения давления пассивного газа по сравнению с эжектором с центральным подводом газа. Причем, этот КПД оставался неизменным при изменении ре-

жимов работы двигателя в диапазоне от холостого хода до максимальной мощности. Большой наклон характеристики $\pi_r = f(g_{i \text{ òñ}})$ эжектора с периферийным подводом оказывается более благоприятным в эксплуатационных условиях при загрязнении циклонов. Так, увеличение сопротивления сети из-за загрязнения циклонов приводит к более быстрому росту степени повышения давления пассивного газа и КПД такого эжектора в сравнении с эжектором с центральным подводом, что в меньшей мере сказывается на снижении коэффициента отсоса.

Испытания эжектора с периферийным подводом активного газа в системе транспортного средства с двухтактным дизелем 5ТДФМА в диапазоне режимов работы дизеля от холостого хода до максимальной мощности на разных частотах вращения коленвала подтвердили результаты стендовых испытаний в том, что коэффициент отсоса более чем в 1,5 раза выше на режиме максимальной мощности по сравнению с режимом холостого хода и не зависит от частоты вращения коленвала. В то же время эффективность эжектора по степени отсоса оказалась на 25% выше, чем в стендовых испытаниях. Такое улучшение эффективности отсоса объясняется несколькими факторами.

Так как критерием эквивалентности испытаний одного и того же образца эжектора в условиях стенда и натурального двигателя, отличающихся отношением температур активного и пассивного потоков, принято равенство адиабатических КПД (8), при котором уровни и соотношения скоростей активного и пассивного газа также отличались, то очевидно полное гидродинамическое подобие не обеспечивалось. Дополнительным фактором является способ подвода активного газа. А именно, при периферийном подводе активного газа влияние его температуры на трение о стенки эжектора более значительное, чем при центральном подводе. Кроме того, при испытаниях эжектора с периферийным подводом активного газа на натурном двигателе поток этого газа существенно нестационарен с одной стороны вследствие его отбора за турбиной, а с другой – из-за циклической работы двигателя.

Известно, что нестационарность потока в гидравлических системах существенно влияет на их гидродинамические характеристики. Такие явления как турбулизация течения и периодические сбегующие вихри с обтекаемых решеток профилей в турбомашинах, акустический импеданс в компрессорных системах [11], волновые резонирующие процессы [12] и импульсный эжекционный эффект в выхлопных коллекторах двигателей внутреннего сгорания [7] и др. значительно видоизменяют характер протекаемых процессов.

Сочетание приемлемых газодинамических ха-

рактеристик испытанных эжекторных устройств с удачными компоновочными схемами, воплощенными в конструктивное исполнение, позволили осуществить рациональный выбор систем удаления пыли для конкретных двигателей.

Выводы

Таким образом, полученные коэффициенты отсоса эжектора с периферийным подводом активного газа в натурных испытаниях двигателя, равные $g_{i \text{ òñ}} = 7,4\%$ на режиме холостого хода и $g_{i \text{ òñ}} = 11,4\%$ на режиме максимальной мощности двигателя, удовлетворяют общепринятым требованиям к воздухоочистителям [8, 9]. Этим требованиям удовлетворяет также испытанный эжектор с центральным подводом активного газа четырехтактного дизеля, хотя он создает на режиме максимальной мощности более высокое противодавление $P_r = 25$ кПа на выпуске двигателя в сравнении с противодавлением $P_r = 15$ кПа эжектора с периферийным подводом активного газа. Если учесть, что снижение противодавления на выхлопе двухтактного дизеля типа 5ТДФМА на 10 кПа увеличивает мощность двигателя на 22...25 кВт [7] и соответственно улучшает топливную экономичность на ~ 3 %, то применение эжектора с периферийным подводом активного газа в этом двигателе является вполне обоснованным.

Предложенное в качестве критерия эквивалентности стендовых и натурных испытаний эжекторов равенство адиабатического КПД позволило провести сопоставительный анализ эффективности эжекторов по коэффициенту отсоса.

Установлено заметное повышение эффективности эжектора с периферийным подводом активного газа в сравнении с центральным подводом, а также в натурных испытаниях в двигателе по отношению к стендовым испытаниям. Для разделения эффектов нестационарности активного газа, акустического импеданса и других причин целесообразны дальнейшие исследования.

Литература

1. Нтоне Ян. Исследование высокоэффективных укороченных эжекторов для увеличения тяги / Ян Нтоне, Цян Питтс // *Тр. америк. общ. инж.-мех. Сер.: Теоретические основы инженерных расчетов.* – 1985. – № 1. – С. 123-131.
2. Башкатов В.А. Гидрореактивные пропульсивные установки / В.А. Башкатов, П.П. Орлов, М.И. Федосов. – Л.: Судостроение, 1977. – 296 с.
3. Соколов Е.Я. Струйные аппараты / Е.Я. Соколов, Н.М. Зингер. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.
4. Щукин В.К. Газоструйные компрессоры /

В.К. Шукин, И.И. Калмыков. – М.: Машигиз, 1963. – 148 с.

5. Васильев Ю.Н. Теория сверхзвукового газового эжектора с цилиндрической камерой смешения / Ю.Н. Васильев // Лопаточные машины и струйные аппараты: сб. статей. Вып. 2. – М.: Машиностроение, 1967. – С. 171-235.

6. Кульпин Б.В. Влияние числа Рейнольдса на основные показатели работы одноступенчатого струйного компрессора / Б.В. Кульпин // Труды Казанского авиационного института. – 1957. – Вып. XXXVII. – С. 72-84.

7. Рязанцев Н.К. Конструкция форсированных двигателей наземных транспортных машин. Часть 1 / Н.К. Рязанцев. – К.: Віпол, 1993. – 252 с.

8. Дьяков Р.А. Воздухоочистка в дизелях /

Р.А. Дьяков. – Л.: Машиностроение, 1975. – 152 с.

9. Современные автомобильные воздухоочистители / Под ред. М.С. Корнева. – М.: НИИНАВТОПРОМ, 1972. – 62 с.

10. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике / Л.И. Седов. – М.: Наука, 1965. – 386 с.

11. Sparks C.R. On the transient interaction of centrifugal compressors and their piping systems / C.R. Sparks // Trans. of the ASME. Journal of engineering for power. October, 1983. – V. 105. – P. 891-901.

12. Герасименко В.П. Обеспечение газодинамической устойчивости компрессора в условиях периодических возмущений потока / В.П. Герасименко, Ю.А. Анимов // Авиационно-космическая техника и технология. – 2004. – № 7 (15). – С. 69-73.

Поступила в редакцию 25.05.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой А.В. Бойко, Национальный технический университет "ХПИ", Харьков, Украина.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУМІННОГО ЕЖЕКТОРА ВИЛУЧЕННЯ ПИЛУ ІЗ ПОВІТРООЧИЩУВАЧА ВИХЛОПНИМИ ГАЗАМИ У ТРАНСПОРТНОМУ ДИЗЕЛІ

С.О. Альохін, Є.С. Васильєв, В.П. Герасименко, В.А. Опалєв

Розглянуті основні проблеми оптимального проектування струмінного ежектора для вилучення пилу із повітрязабірної камери транспортного дизеля його вихлопними газами. Обґрунтований вибір струмінного апарата з центральним або периферійним підведенням активного газу для конкретного дизеля. За обмежених габаритів доцільно використовувати струмінний апарат з периферійним підведенням активного газу, що відбирається за турбіною турбонаддувального агрегату. Записані основні параметри, що характеризують ефективність струмінного апарата у якості пилевилучача. Обґрунтована гідродинамічна подібність а у якості критерію еквівалентності режимів роботи ежекторів у стендових і натурних випробуваннях запропоновано використовувати адіабатичний ККД. Подані результати випробувань струмінних апаратів з центральним та периферійним підведенням активного газу у стендових і натурних умовах. Інтенсивність відсмоктування у двигуні на 25 % вища, а ніж на стенді.

Ключові слова: дизель, струмінний апарат, ежектор, характеристика.

INVESTIGATION OF EDUCTOR FOR REMOVING DUST FROM AIR CLEANER INDUCING EXHAUST JET IN TRANSPORTING DIESEL ENGINE

S.A. Alyokhin, E.S. Vasilev, V.P. Gerasimenko, V.A. Opalev

The main problems of the optimal making designs of jet eductor for removing dust from air inducer of transporting diesel by exhaust jet are considered. The choice jet stream apparatus with central circular or external annular active gas jet for the diesel are based. The jet stream apparatus with external annular active gas from blowdown turbine are advisable using if size is limited. The main parameters of jet stream apparatus as removing dust are written. Hydrodynamical similarity is based and adiabatic efficiency is proposed as equivalently criterion for regimes of work eductors in test rig and real engines. The test results of jet stream apparatus with central and external annular active gas jet in test rig and real conditions are given. The suction in ten sity in engine is on 25 % above in test rig.

Key words: diesel, jet stream apparatus, eductor, characteristics.

Алєхін Сергей Алексеевич - канд. техн. наук, Генеральный конструктор, Казённое предприятие "Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению", Харьков, Украина, e-mail: hkbd@kharkov.ukrtel.net.

Васильєв Евгений Степанович - начальник отдела, Казённое предприятие "Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению", Харьков, Украина, e-mail: hkbd@kharkov.ukrtel.net.

Герасименко Владимир Петрович - д-р техн. наук, профессор кафедры теории авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

Опалєв Василий Анатольевич - начальник лаборатории, Казённое предприятие "Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению", Харьков, Украина, e-mail: hkbd@kharkov.ukrtel.net.