

При организации восходящего течения жидкости нет необходимости в насосах, проще организовать циркуляцию жидкости и течение жидкости в виде пленки. На создание восходящего течения необходимы затраты энергии, поэтому эти аппараты обладают повышенным гидравлическим сопротивлением и могут использоваться для энергетических установок с повышенными параметрами уходящего газа. К ним можно отнести двигатели внутреннего сгорания и газотурбинные двигатели.

На рис.1 представлена схема нейтрализатора отработавших газов НГЖ-2 (патент РФ N2013579 [4]). Основным рабочим элементом этого нейтрализатора является пакет Г-образных пластин 1, размещенных в корпусе. Корпус имеет входной патрубок 2, входную камеру 3, перегородку 4, отделяющую рабочий канал 5 от входной камеры и поддона 6. Рабочие пластины имеют вертикальный участок 5 постоянного сечения и горизонтальный участок 7 с более значительным сечением для прохода газов. Этот участок через жалюзийный сепаратор 8 направлен в выходной патрубок 9. Нижняя часть пластин погружена в рабочую жидкость 12. Поддон 6 соединяется с входной камерой 3 трубой 10, накрытой сверху колпачком 11. Подпитка рабочей жидкостью осуществляется из герметичной расходной емкости 13 через клапан 14. Корпус сверху имеет съемную крышку 15.

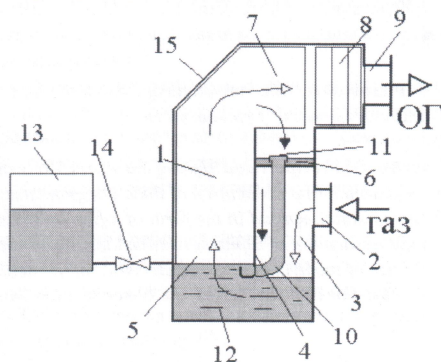


Рис.1. Схема нейтрализатора с восходящим пленочным течением жидкости НГЖ-2

Устройство работает следующим образом [5, 6]. Отработанный газ ДВС поступает через патрубок 2 во входную камеру 3, откуда попадает за вертикальную перегородку 4 в нижнюю часть вертикального канала 5. При этом газ проходит через слой нейтрализующей жидкости 12, захватывает ее и движется вверх между Г-образными пластинами 1. Жидкость движется вверх по поверхности пластин в виде пленки. Поскольку суммарная поверхность пластин 1 имеет большую величину, происходит интенсивный массообмен между жидкостью и газом, т.е. идет интенсивная очистка газов.

Достигая верхнего конца вертикального участка 5 рабочего канала газ вместе с пленкой жидкости попадает в расширяющийся участок 7 и вследствие уменьшения скорости потока жидкость стекает с Г-образных пластин в поддон 6. При этом газ, проходя через сепаратор 8, освобождается от захваченных капель жидкости и выходит из корпуса нейтрализатора через выходной патрубок 9. Из поддона 6 рабочая жидкость через патрубок с крышкой 11 поступает в нижнюю часть приемной камеры 3. Поддержание уровня рабочей жидкости 12 в приемной камере 3 обеспечивается из дополнительной емкости 13.

Целью гидравлических испытаний пластинчатого аппарата типа НГЖ-2 являлось измерение расхода воды при ее восходящем движении в аппарате и его гидравлического сопротивления при разных скоростях воздуха, разных величинах подпора воды в расходном баке, а также при изменении шага между рабочими пластинами, рабочей высоты пластин и температуры жидкости.

Испытания аппарата НГЖ-2 проведены на модели АГО-2. Несущей рабочей средой в аппарате АГО-2 является воздух от вентилятора высокого напора. Расход воздуха измерялся трубкой Прандтля с микроманометром ММН-240. Скорость воздуха в рабочем канале определялась пересчетом через площади поперечных сечений рабочего канала и входного патрубка. Уровень воды в аппарате поддерживается постоянным с помощью расходного бака и емкости через трубку поддержания постоянного уровня. Гидравлическое сопротивление аппарата измерялось жидкостным U-образным микроманометром.

Результаты гидравлических испытаний аппарата представлены на рис.2. Данные по расходу воды на этих графиках обобщены в виде критерия $Re_{пл}$ (пленочного), а по скорости воздуха в рабочем канале - в виде критерия Re_r (газового). Эти величины рассчитываются по зависимостям

$$Re_{пл} = G_B / \Pi * \nu_B \quad (1)$$

$$Re_r = V_r * l / \nu_r$$

где G_B - расход воды, м³/с; V_r - скорость воздуха, м/с; $\Pi = 2 \cdot b \cdot n$ - смоченный периметр пакета пластин, м; l - определяющий размер (ширина рабочего канала между пластинами), м; ν_B , ν_r - кинематическая вязкость воды и воздуха соответственно, м²/с; b - ширина рабочей пластины, м; n - количество пластин.

Гидравлическое сопротивление аппарата обобщено в виде коэффициента:

$$g = 2g * DP / rV_{кр}^2 \quad (2)$$

где ΔP - измеренное гидравлическое сопротивление аппарата, мм в.ст.; ρ - плотность воздуха, кг/м³; $V_{кр}$ - скорость инверсии пленки рабочем канале, м/с; g - ускорение свободного падения.

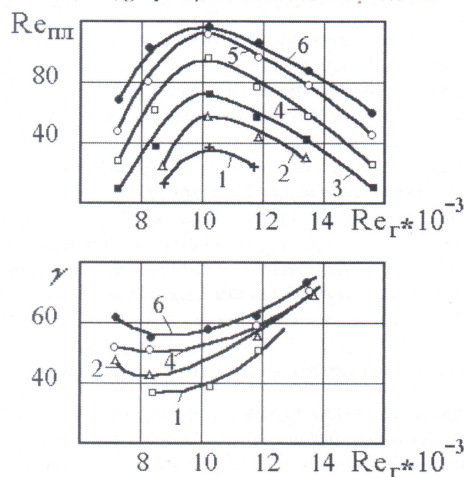


Рис.2. Изменение расхода воды и гидравлического сопротивления аппарата, $\delta=18$ мм, $t_B=15$ °С, $L=515$ мм; 1 - $\Delta h_B=100$ мм; 2 - 130; 3 - 170; 4 - 210; 5 - 230; 6 - 270 мм

Анализ результатов испытаний показывает (рис.2), что расход воды в аппарате (критерий $Re_{пл}$) имеет экстремальную зависимость от скорости потока воздуха с оптимумом (максимумом) расхода при $Re_r=(80-100) \cdot 10^3$. При этом расход жидкости значительно повышается с увеличением подпора жидкости Δh_B в расходном баке. Так повышение Δh_B с 100 мм в.ст. до 270 мм в.ст. приводит к увеличению $Re_{пл}$ и, соответственно, расхода воды в 2.5-3 раза. Но при увеличении подпора и увеличении подачи воздуха происходит увеличение гидравлического сопротивления.

Результаты испытаний нейтрализатора НГЖ-2 на двигателе автобуса "Икарус-250" приведены в таблице 2. Испытания проводились на нескольких режимах работы двигателя - на холостом ходу и на полном ходу (с максимальной скоростью автобуса при движении на подъем). При этом использовалось заполнение нейтрализатора пресной водой (на полном и холостом ходах) и морской водой (на малом ходу). Результаты анализа количественного состава газа также пересчитаны для состояния, когда КИВ $a=1$.

Необходимо отметить, что концентрация составляющих уходящего газа зависит от нагрузки двигателя и от воздействия на газ жидкостного нейтрализатора. Аналогично результатам испытаний нейтрализатора на судовом дизеле с увеличением нагрузки концентрация газов увеличивается (включая двуокись углерода CO_2 , которая увеличивается за счет обогащения топливно-воздушной смеси). Интенсивность снижения концентрации газов в жидкостном нейтрализаторе различная для разных газов.

Для хорошо растворимых в воде двуокиси азота (NO_2) и двуокиси серы (SO_2), являющихся наиболее опасными из газовых выбросов (т.к. образуют при взаимодействии с влагой азотную и сернистую кислоты), снижение концентрации составляет 66...100%. Для плохо растворимых в воде окислов углерода (CO) и азота (NO)