

Башта Е.Т., Башта А.В., Джурик Е.В., Романенко В.Г.

Національний авіаційний університет, Україна

Влияние типа жидкости на процесс кавитационного измельчения загрязнителя

Актуальность исследований по измельчению твердых частиц загрязнителя при кавитации обусловлена тем, что вследствие происходящего в практике неуклонного повышения рабочего давления, наблюдается уменьшение применяемых зазоров скользящих пар, что соответственно повышает требования к чистоте рабочих жидкостей. Поэтому ведутся поиски новых способов очистки с тонкостью очистки порядка 2-3 мкм.

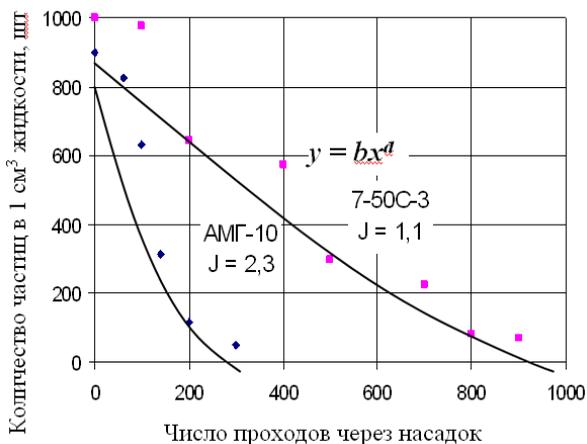
Таким перспективным способом очистки может являться измельчение частиц загрязнителя в кавитационном поле, при котором частицы загрязнителя, предположительно, могут быть доведены до столь малых размеров, при которых они будут скрыты в толще граничного слоя жидкости.

Нашими предыдущими экспериментами было установлено, что кавитация в загрязненных рабочих жидкостях сопровождается измельчением твердых частиц загрязнителя. [1] Исходя из этого, научный интерес представляет исследования влияния наиболее значимых факторов на процесс кавитационного измельчения. В настоящей работе рассматривается влияние на процесс кавитационного измельчения типа жидкости, в которой происходит кавитация.

При исследовании влияния типа жидкости были проведены испытания по кавитационному измельчению частиц загрязнителя в минеральной жидкости АМГ-10 и синтетической полисилоксановой жидкости 7-50С-3 при равных условиях: в качестве загрязнителя использовался отмученный узкодисперстный порошок лесса с размерами 50-60 мкм; давление на входе в кавитационный насадок $P_{вх} = 5$ Мпа и давление на выходе $P_{вых} = 0.5$ Мпа, температура жидкости $T = 333^\circ\text{K}$. При экспериментах производились наблюдения за изменением количества частиц фиксируемого размера в зависимости от длительности кавитационного воздействия (числа проходов через кавитационный насадок).

Из приведенных ниже графиков следует, что при создании в загрязнённых жидкостях кавитационного режима, частицы загрязнителя подвергаются измельчению как в жидкости АМГ-10, так и в жидкости 7-50С-3. Из приведенного графика также следует, что процесс кавитационного измельчения для обеих

жидкостей протекает одинаково, однако, в жидкости АМГ-10 он носит более выраженный характер.



Эффект измельчения твердых частиц загрязнителя в кавитационном поле предположительно основан на том, что попадающие в зону схлопывания кавитационного пузырька частицы разрушаются, в основном, под механическим воздействием локальных гидроударов. Здесь, по-видимому, преобладает действие механизма разрушения материала под расклинивающим действием жидкости, вдавливаемой в микротрещины на поверхности загрязнителя. Поскольку в этом процессе имеет место чрезвычайно высокая повторяемость образования и схлопывания кавитационных пузырьков и рассредоточенность твердых частичек примесей, обеспечивается высокая вероятность попадания последних в зону захлопывания пузырьков.

Попаданию частиц в зону действия зонального микрогидроудара способствует то, что кавитационный пузырек обладает способностью "флоатировать" (втягивать) частицы загрязнителя, находящиеся в жидкости вблизи этого пузырька, а также то, что сама частица, с заполняющим ее трещины воздухом, служит ядром кавитации, т.е. служит центром образования кавитационного пузырька.[2]

Помимо механического воздействия, разрушению частицы загрязнителя может способствовать ряд иных факторов, из которых особо следует отметить влияние теплового эффекта. При схлопывании пузырька, содержащего газ, температура его в конце схлопывания может достигать, как это показали теоретические работы, значений выше 2000°K, так как процесс схлопывания

происходит столь быстро (за тысячные доли секунды), что между содержимым пузырька и окружающей его жидкостью не успевает установиться теплообмен [3]. Ввиду этого можно предположить, что горячие газы, окружающие частицу загрязнителя, могут повысить ее температуру до значения, при котором ее прочность понизится, что будет способствовать разрушению ее под воздействием микрогидроудара.

Кроме того, следует отметить возможность разрушения частиц загрязнителя вследствие электрических зарядов, возникающих при схлопывании пузырька. Известно, что при образовании электрической дуги между двумя кусками металла, погруженными в жидкость, происходит интенсивное испарение и диспергирование этих металлов с образованием высокодисперсной металлической пыли [4]. Аналогичное явление может наблюдаться при попадании в зону действия разряда, возникающего при схлопывании кавитационного пузырька, двух частиц загрязнения.

Для сравнительной оценки процессов измельчения загрязнителя, введем понятие интенсивности измельчения, под которым будем понимать осредненное значение количества измельченных частиц фиксированного размера, приходящееся на один проход жидкости через кавитационный насадок.

$$I = \frac{(n_{i \text{нач}} - n_{i \text{кон}})}{n_{\text{цикл}}}$$

где $n_{\text{нач}}$ и $n_{\text{кон}}$ – число частиц в начале и в конце испытаний;
 $n_{\text{цикл}}$ – число проходов через насадок

При проведении экспериментов мы подсчитывали интенсивность измельчения, исходя из условия полного исчезновения частиц фиксируемого размера, т.е. для $n_{\text{кон}}=0$.

Поскольку экспериментально установить с достаточной точностью момент полного исчезновения частичек определенного размера практически невозможно, нами для определения интенсивности процесса измельчения использовался следующий метод. При обработке экспериментальных данных по методу анаморфозы были найдены эмпирические формулы, описывающие зависимости между исследуемыми величинами. По этим формулам мы подсчитывали число проходов n , необходимое для полного исчезновения частиц фиксируемого размера.

Из данных по кавитационному измельчению частиц в обеих жидкостях следует, что интенсивность кавитационного измельчения в жидкости 7-50С-3 в два раза ниже при данных условиях, чем в жидкости АМГ-10.

Более низкая интенсивность кавитационного измельчения частиц в жидкости 7-50С-3, по нашему мнению обосновывается, в первую очередь, более высокой сжимаемостью жидкости 7-50С-3 в сравнении с АМГ-10. Коэффициент сжимаемости полисилоксановой жидкости 7-50С-3 практически на 50% выше коэффициента сжимаемости жидкости АМГ-10. В результате значительно снижается интенсивность ударной волны при захлопывании кавитационных каверн.

Снижению силы ударной волны способствует также высокая растворимость в жидкости 7-50С-3 газов (приблизительно в два раза выше, чем у АМГ-10). С увеличением же коэффициента растворимости увеличивается давление газа внутри кавитационного пузырька и, соответственно, снижается ударная сила при схлопывании пузырька.

Кроме этого, жидкость 7-50С-3 отличается от жидкости АМГ-10 низким поверхностным натяжением, вследствие чего в ней образуются стойкие суспензии газа и жидкости, что также снижает уровень микрогидродаров при схлопывании кавитационных пузырьков.

Таким образом, результаты наших исследований показали, что кавитация в за Ильин А.В. к вопросу взаимодействия пульсирующих кавитационных пузырей с твердыми частицами и друг с другом. – Акустический журнал, Т XVIII, вып. 4, 1972, с 89-93.

грязненных рабочих жидкостях авиационных гидросистем сопровождается измельчением твердых частиц загрязнителя. Интенсивность кавитационного измельчения частиц зависит от типа жидкости. Так в синтетической полисилоксановой жидкости 7-50С-3 она, при прочих равных условиях, приблизительно в два раза ниже, чем в жидкости АМГ-10.

Литература

1. Башта Е.Т. Влияние кавитации на дисперсный состав примесей АМГ-10. Сб. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции по вопросам химмотологии. Киев, КИИГА, 1977, с.28-32.
2. Ильин А.В. К вопросу взаимодействия пульсирующих кавитационных пузырей с твердыми частицами и друг с другом. – Акустический журнал, Т. XVIII, вып. 4, 1972, с 89-93.
3. Кнэпп Р., Дейли Дж., Хэммит Ф. Кавитация. – М. : Мир, 1974, 687с
4. Натансон Э.М. Сверхтонкие порошки металлов и их применение. Киев: Изд-во АН УССР, 1957. – 62с.

