

МЕХАНИЗМ КАВИТАЦИОННОЙ ЭРОЗИИ ВТУЛКИ ЦИЛИНДРА БЫСТРОХОДНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

М. М. Аббачаров

Кавитационное разрушение внешней водоохлаждаемой поверхности втулки цилиндра дизелей было впервые обнаружено в 40-х годах нашего

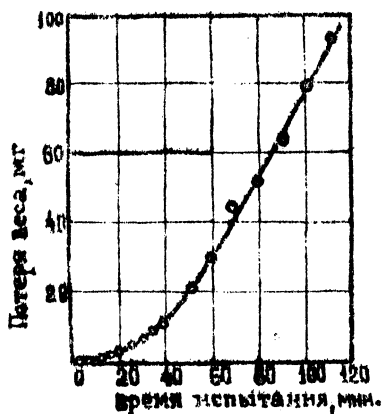


Рис. I

Зависимость потерь веса от времени испытания

отражает качественную сторону явления. В опубликованных работах такая закономерность объясняется исключительно из соображений механического влияния кавитации. На самом же деле, как известно, кавитация сопровождается большим числом явлений: гидравлическими, тепловыми ударами в локальных объемах, электрическими разрядами, электрохимическими и электрогидравлическими явлениями [1-4]. Из-за сложности этого процесса весьма трудно определить, какой из этих факторов оказывает наибольшее влияние на различных этапах разрушения.

С целью определения качественного влияния кавитации на характер разрушения чугуна были проведены следующие испытания.

столетия [1,2]. С тех пор проведено много исследований по выяснению причин этого разрушения и поиску методов защиты от него.

Однако до настоящего времени нет ясного представления о механизме разрушения внешней водоохлаждаемой поверхности втулок цилиндра. В данной статье излагаются результаты экспериментальных исследований в этом направлении. Проведенными исследованиями установлена зависимость потери веса материала от времени воздействия кавитации, представленная на рис. I.

Эта кривая совпадает с ранее описанной в других работах [4] и определяет только количественную зависимость потери в образцах от времени испытания, но не

Образцы из гильзового чугуна СЧ 28-48 с искусственными очагами разрушения (являющимися, оставшимися после токарной обработки на поверхности образцов) подвергались испытаниям на магнитострикционном вибраторе при частоте 17,1 кгц, амплитуде 14 мк, в водопроводной воде. Температура воды поддерживалась постоянной $50 \pm 1^{\circ}\text{C}$ при помощи автоматического терморегулятора. После испытания на магнитострикционном вибраторе через 1 мин., 2,5, 13, 20, 30, 60, 120 мин. в темном поле металломикроскопа МИМ-7 изучалось изменение формы, размеров, глубины состояния поверхности наблюдаемых очагов разрушения. За 1 минуту испытания поверхность образцов местами покрылась окисной пленкой светло-желтого цвета. Дно раковины стало чистым, светлым и не отчетливо видны включения графита. Глубина очага "а" (рис.2, а) за это время испытания увеличилась до 20 мк (исходная глубина 10 мк).

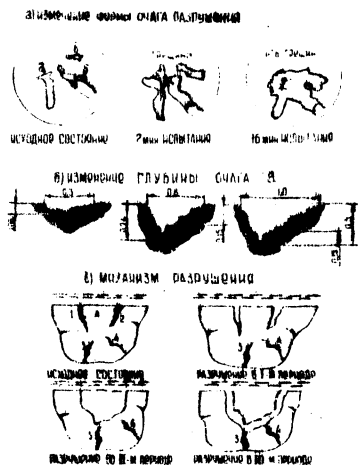


Рис.2

Механизм кавитационного разрушения серого чугуна

(головка) образовалась общая, глубоко идущая штольня, на дне которой отчетливо видны трещины. Потери веса составили 2,9 мг. После-

дальнейшее увеличение времени испытания (13 мин) приводит к постепенному слиянию очагов 1 и 2. У места соединения их (головка) образовалась общая, глубоко идущая штольня, на дне которой отчетливо видны трещины. Потери веса составили 2,9 мг. Последующее увеличение времени испытания (20 мин) привело к образованию на всей поверхности образцов мелких очагов разрушения. Окисная пленка сохранилась только по краям образца. Раковины 1, 2, 3 несколько увеличились по длине, глубина возросла значительно, до 45 мк (рис.2, б). На дне этих раковин образовались скопления трещин, а также глубоко идущие штольни. Потери веса - 0,60 мг.

Дальнейшее увеличение времени испытания (13 мин) приводит к постепенному слиянию очагов 1 и 2. У места соединения их

дующее кавитационное воздействие привело к полному слиянию наблюдаемых очагов в одну крупную раковину.

Основываясь на результатах эксперимента, разрушение водослаждаемой поверхности чугунной втулки цилиндра быстроходных дизелей можно представить следующим образом. В начальный период от гидравлических ударов и промывающего действия воды происходит избирательное разрушение графитных включений, выходящих на поверхность (включения 1 и 2 на рис.2, в). При этом, ввиду незначительности удельного веса графита ($2,25 \text{ г/см}^3$), потеря веса образца не обнаруживается, чем и объясняется наличие инкубационного периода у чугуна.

Ввиду малой длительности контакта жидкости с поверхностью металла в инкубационном периоде коррозионные явления не получают заметного развития и разрушение чугуна в этом периоде практически происходит из-за механического воздействия жидкости. В результате разрушения графитных включений 1 и 2, на рассматриваемом нами примере, участок металлической основы "А" оказывается подрезанным с обеих сторон. Под влиянием интенсивных гидравлических ударов и расклинивающего действия воды, которая при прямой амплитуде колебаний стенки втулки цилиндра вдавливается в микротрещины, участок металлической основы "А" будет выколот (срезан). Это приведет к образованию язвинки на разрушаемой поверхности. Большое количество подобных явлений вызывает заметную потерю веса, что и обнаруживается во втором периоде. Формирование язвенок (сыпи) увеличивает поверхность соприкосновения жидкости со втулкой и способствует развитию коррозии. Коррозионные процессы ускоряются также химическими явлениями: сопровождающими кавитацию. Кавитация вызывает местное повышение температуры и давления. В гетерогенных системах (мы имеем дело именно с гетерогенной системой газ-жидкость) скорость химических реакций резко возрастает с увеличением температуры и давления [4]. Таким образом, можно предположить, что в результате механического и химического воздействий в третьем периоде произойдет разрушение чугуна на поверхности образовавшейся язвинки на какую-то величину δ . При этом оголятся нижележащие графитные включения 3 и 4 и процесс разрушения повторится снова, что вызовет расширение язвинки каквширь, так и вглубь. Но развитие вглубь будет протекать более интенсивно, чемвширь. При длительном кавитационном воздействии в условиях эксплуатации развитие язвинки вглубь может протекать до

тех пор, пока втулка цилиндра не окажется пораженной насквозь, что неоднократно обнаруживалось экспериментально [2] .

В ы в о д ы

Кавитационная стойкость втулки цилиндра будет тем выше, чем больше её коррозионная стойкость и механическая прочность. Увеличение только коррозионной стойкости [6] или только механической прочности [7] различными методами не дало заметного эффекта. Лишь только в том случае, когда поверхность втулки была защищена слоем, обеспечивающим высокую коррозионную стойкость и высокое сопротивление скалыванию (хромирование) [4] , было достигнуто значительное повышение сопротивления водоохлаждаемой поверхности втулки цилиндра кавитационному разрушению.

Из результатов изучения механизма кавитационной эрозии чугунов вытекает, что повышение сопротивления водоохлаждаемой поверхности втулок цилиндров этому влиянию следует добиваться созданием поверхностных плотных покрытий, ликвидирующих природные очаги и разрушения - графит, и обладающих одновременно высокими механическими и антикоррозионными свойствами.

Л и т е р а т у р а

1. Н. Н. И в а н ч е н к о . Труды ЦНИДИ. №20, 1952.
2. Н. Н. И в а н ч е н к о . Труды ЦНИДИ. №23, 1952.
3. А. А. С к у р и д и н . НИИ ИНФОРМАТМАШ. Двигатели внутреннего сгорания. 1962.
4. И. Н. Б о г а ч е в , Р. И. М и н ц . Кавитационное разрушение железо-углеродистых сплавов. 1959.
5. Л. А. Г л и к м а н . Коррозионно-механическая прочность сплавов. 1955.
6. А. С. В о л к о в , М. С. С м и р н о в . "Вестник машиностроения" №11, 1956.
7. А. Д. М о и с е е в . "Вестник машиностроения" №4, 1954.