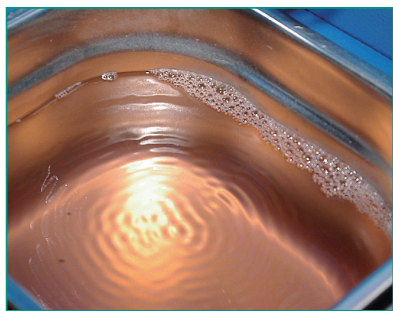


ВНИМАНИЕ! КАВИТАЦИЯ

В настоящее время на рынке диагностического оборудования широко представлены стенды для ультразвуковой чистки форсунок, причем существенно отличающиеся друг от друга как по цене, так и по техническим характеристикам. Чтобы сделать правильный выбор в пользу того или иного стенда, необходимо разобраться в сути явлений, происходящих в основном элементе стенда – ультразвуковой ванне.

Ультразвуковая чистка чего-либо (форсунки, карбюратора или грязного белья) возможна благодаря использованию эффекта кавитации в подобных устройствах. Что же такое кавитация?

Кавитация – это процесс образования в жидкости пузырьков (заполненных газом, паром или их смесью) с их последующим схлопыванием. Данный процесс является результатом местного понижения давления в жидкости, которое может происходить либо при увеличении ее скорости (гидродинамическая кавитация), либо при прохождении и акустической волны большой интенсивности во время полупериода разрежения (акустическая кавитация). Перемещаясь с потоком в область с более высоким давлением или во время



полупериода сжатия, пузырьки схлопываются, вызывая местный гидравлический удар (по некоторым теориям кумулятивный). Местное повышение давления может достигать нескольких тысяч атмосфер и наносить значительные повреждения поверхностям металлических предметов! Данный процесс сопровождается характерными потрескивающими звуками.

Разрушительная сила кавитации зависит, во-первых, от скорости нарастания и амплитуды давления (в случае акустической кавитации – от частоты и мощности излучателя), во-вторых, от температуры жидкости. Температура жидкости сказывается на конечном размере пузырька. Фи-



зику данного процесса мы наблюдаем каждый день в повседневной жизни при кипячении воды. После непродолжительного нагрева воды наблюдается интенсивное образование мелких пузырьков на стенках сосуда, далее пузырьки отрываются и всплывают, но, не достигнув поверхности, схлопываются. Схлопывание пузырьков происходит вследствие контакта с более холодными верхними слоями жидкости (по сравнению со стенками сосуда), то есть происходит охлаждение пара внутри пузырька и его конденсация. Данный процесс сопровождается характерным шумом, схожим с шумом при кавитации. Дальнейший нагрев воды приводит к более интенсивному росту пузырьков (увеличению размеров и количества), которые достигают максимального размера при температуре кипения.

Следует обратить внимание на тот факт, что температура кипения, как и температура начала интенсивного образования пузырьков, зависит от давления окружающей среды. Так, на высоте 0 м от уровня моря обычная вода кипит при $\approx 100^{\circ}\text{C}$, а на высоте 3000 м от уровня моря также вода кипит при $\approx 80^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, подытожим:

1) для чистки чего-либо в ультразвуковой ванне необходимо обеспечить кавитацию;

2) в ультразвуковой ванне кавитацию всегда можно реализовать посредством излучателя (вибрирующего с ультразвуковой частотой и достаточной амплитудой);

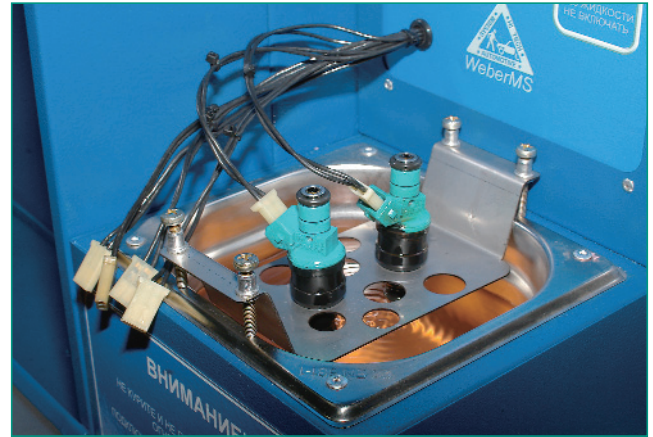
Характеристика/стенд	WEBSONIC	ПЛАЗМА600	SMC3001E	CNC602	Blu Star	ДД 2200
Подогрев ультразвуковой ванны, С°	60	нет	60	нет	нет	нет
Мощность ультразвукового излучателя, Вт.	50	150	50	100	50	50
Рабочий объем	1,3	1	2,8	2,5	2	2
Цена, руб.	49000	55000	52000	44700	76000	45000

3) для обеспечения оптимальной разрушительной силы кавитации необходимо подобрать определенные параметры как излучателя так и температуры жидкости.

Рассмотрим интересующие нас характеристики стендов для ультразвуковой чистки форсунок.

Как видно из таблицы, большинство производителей считает подогрев ультразвуковой ванны излишеством. Что же будет происходить в таком случае? Поскольку подогрев жидкости отсутствует, то подбирать параметры излучателя приходится по критерию оптимальной разрушительной силы на какую-то среднеэксплуатационную температуру (например +15°С). При эксплуатации установки при +5°С окружающей среды кавитация либо будет отсутствовать, либо иметь слабую разрушительную силу. При эксплуатации установки при +25°С разрушительная сила кавитации будет избыточной и нанесет повреждения форсунке.

В стендах WebSonic и SMC-3001E жидкость в ультразвуковой ванне подогревается до +60°С, что позволяет обеспечить устойчивую кавитацию во всем диапазоне эксплуатационных температур с фиксированным значе-



нием разрушительной силы, то есть гарантировать эффективную чистку форсунок без повреждения игольчатого клапана при соблюдении требований к продолжительности чистки и рабочей жидкости.

