

ДИСПЕРГИРОВАНИЕ ОДНО- И МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ТЕРМОГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ.

Ч. 1. ГЕНЕРАТОР ПЕРЕГРЕТОЙ ЖИДКОСТИ

А.И. Стручаев, Н.Х. Копыт

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова

Проблемная научно-исследовательская лаборатория
физики аэродисперсных систем

ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина, [mailto: <aist_sullivan@list.ru>](mailto:aist_sullivan@list.ru)

Способ дробления жидкости при выпуске ее из замкнутого объема в перегретом состоянии в окружающую атмосферу, предложенный [1, 2] и осуществленный [3] профессором В.А. Федосеевым с помощью генератора перегретой жидкости (ГПЖ). модернизированного его учениками [4], активно разрабатывается в методе термогидродинамического диспергирования [4] и успешно применяется на практике.

Реализация такого способа дробления жидкости обусловлена особенностями ее поведения в замкнутом сосуде при нагревании. Анализ изотерм Ван-дер-Ваальса показывает, что их можно распространить на область жидкого состояния и получить удовлетворительное качественное описание явлений фазового перехода «жидкость – пар» [5].

При диспергировании вещества, находящегося в жидкой фазе, желательно вести нагревание так, чтобы не достичь критического состояния и избежать абсурдной ситуации. Если $m/V < \rho_*$ ($m < \rho_* V_{\text{ген}}$), то в процессе нагрева граница раздела фаз и при $T_s < T_*$ может вообще исчезнуть, т.е. вся жидкость перейдет в однофазное парообразное состояние. Нагревание двухфазной системы при $m/V = \rho_*$ ($m = \rho_* V_{\text{ген}}$) приводит её в конечном счете в критическое состояние. В случае же $m/V > \rho_*$ ($m > \rho_* V_{\text{ген}}$), нагрев двухфазной системы до температур $T_s < T_*$ может перевести её в однофазное жидкое состояние, когда граница раздела фаз исчезнет, а весь объем окажется занятым жидкостью в метастабильном, но не перегретом состоянии. Такая ситуация благоприятна для осуществления диспергирования жидкости, поскольку при быстрой разгерметизации объема она перейдет из однофазного в двухфазное состояние. «Взрывное» вскипание жидкости из-за быстрого попадания её в метастабильное состояние создаст паровую прослойку над равновесной границей разделившихся фаз.

Исходя из анализа поведения нагреваемой системы при различных значениях отношения m/V можно отметить следующее. С точки зрения эффективности диспергирования нагретой жидкости нагрев двухфазной системы перед разгерметизацией объема необходимо производить так, чтобы система всё время оставалась гетерогенной. Для этого требуется соблюдение двух условий: масса рабочей жидкости с учетом предоставлен-

ного объема генератора должна быть такой, чтобы $m/\rho_*V_{\text{ген}} = 1$; а температура жидкости при нагреве оставаться ниже критической, т.е. $T_s < T_*$. Выполнение этих требований обеспечивает максимальную скорость диспергирования, зависящую от скорости истечения двухфазной струи в гомогенном приближении, а также сказывается на спектре получаемого аэрозоля, обеспечивая максимально возможную дисперсность.

В условиях $m/V > \rho_{\text{кр}}$, нагрев системы приводит к медленному расширению жидкости и при определенных условиях может перевести вещество жидкой фазы в метастабильное состояние, где оно, при неизменных внешних условиях, может находиться как угодно долго. Когда же происходит быстрая разгерметизация сосуда и вещество выбрасывается из сосуда существующим в нем давлением, жидкая фаза, находившаяся до того в метастабильном состоянии относительно непрерывного изменения термодинамических параметров в замкнутом объеме, уже на выходе из сосуда оказывается перегретой относительно внешних условий.

Такое ее состояние является очень нестабильным, так как $p(T) > p_{\text{атм}}$, а следовательно, она станет стремительно испаряться, чтобы достигнуть равновесного давления пара над своей плоской границей раздела, что будет сопровождаться бурным вскипанием перегретой жидкой фазы. Увеличение объема газовой фазы в объеме генератора при истечении вскипающей жидкости вызовет переход вещества из жидкой фазы в паровую, чем будет поддерживаться примерно неизменным достигнутое давление вплоть до полного истечения жидкости из сосуда.

Эксперименты показали следующее. Увеличение перегрева жидкости при распыливании ведет к уменьшению среднего размера капель, что связано, в первую очередь, с увеличением числа гетерогенных центров зародышеобразования, облегчающих ее дробление. Увеличение скорости диспергирования при увеличении выпускного сопла приводит к расширению спектра размеров капель в исследованном диапазоне перегревов. Это должно объясняться не только возрастанием комбинации критериев $We_j Re_j^{-0.5}$, играющей ведущую роль в процессе начальной фрагментации струи, но и возрастанием числа Вебера первичных капель топлива.

Литература:

1. Федосеев В.А. О дроблении струи перегретой жидкости // *Колл. ж.*, 1958. — Т. XX, №4. — С. 493 - 497.
2. Федосеев В.А. О диспергировании перегретой жидкости // *Тр. Одесского госуниверситета. Сер. физич. наук*, 1960. — Вып. 7 — С. 187 - 192.
3. А.с. 762993 СССР, МКИ³ В 05 17/00. Аэрозольный генератор / В.А. Федосеев, Н.Х. Копыт и др. — Бюл. Изобр., 1980. №34.
4. А.с. 1072919 СССР, МКИ³ В 05 17/00. Аэрозольный генератор / Н.Х. Копыт, А.Н. Мацков и др. — Бюл. изобр., 1984, № 6.
5. Исаев О.А. Фазовые превращения в метастабильных системах. — Свердловск, 1983. — 288 с.