

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРОЭКСТРУЗИИ ТРУБ С ДЕФОРМИРУЕМОЙ ОПРАВКОЙ ПРИ НАЛОЖЕНИИ ПРОДОЛЬНЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

При гидроэкструзии труб с малым утонением или без него можно использовать деформируемую подвижную оправку.

При применении этого способа выходной конец трубы забивают на конус и заваривают, внутрь трубы заливают свинец, графит, парафин или рабочую жидкость. Однако этот способ имеет недостатки, такие, как высокое давление жидкости, начальный пик давления и нестационарный процесс течения металла, сдерживающие внедрение процесса в производство.

Для устранения вышеуказанных недостатков было предложено ввести в очаг деформации ультразвуковые колебания. Для выдавливания труб жидкостью высокого давления с использованием энергии ультразвука была сконструирована установка (рис.1), состоящая из контейнера 3 и мощной ультразвуковой колебательной системы 5. Плунжер 2 крепится к верхнему бойку пресса с помощью державки 1 и воспринимает усилие через сферическую головку. Для уплотнения в месте соединения колебательной системы с контейнером применяются кольца 4 из латуни и фторопласта.

Колебательная система состоит из волновода с преобразованием радиальных колебаний в продольные и трех магнитострикционных преобразователей типа ПМС-15А-18.

Так как процесс гидроэкструзии с ультразвуком осуществляется при высоком давлении жидкости, возможна разгерметизация места соединения. Для предотвращения этого применяется приспособление 6 для стяжки контейнера с колебательной системой.

С целью возбуждения колебаний использовался генератор УЗГ-10У. Исследования производили на испытательной машине УИМ-100 усилием 100 тс. В качестве передающей среды применялись веретенное, машинное и вакуумное масла.

Для исследования были выбраны трубы из стали 45 с постоянным внутренним диаметром 9 мм и толщиной стенки в пределах от 1 до 3,5 мм.

Деформируемая оправка была изготовлена из свинца, графита, парафина и рабочей жидкости. Диаметр калибрующей части матрицы равнялся 10 мм, а угол конуса $\alpha - 11^\circ$.

Результаты эксперимента показали, что при гидроэкструзии труб без ультразвука вязкость смазки оказывает существенное влияние на давление жидкости, необходимое для осуществления процесса истечения металла.

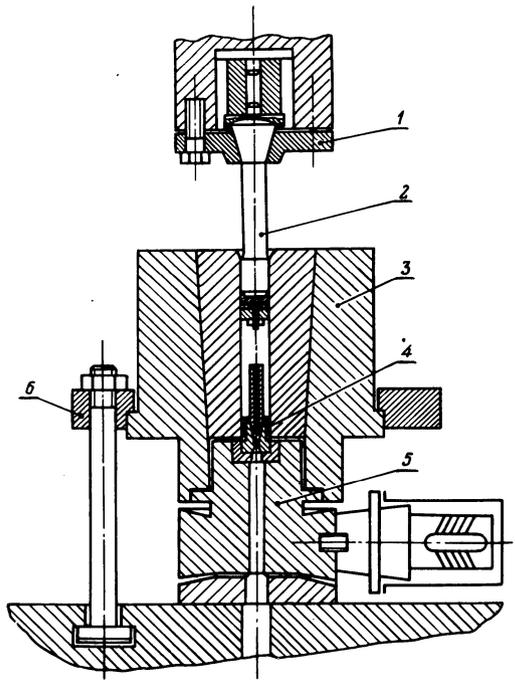


Рис. 1. Схема установки для гидроэкструзии труб с деформируемой оправкой при наложении ультразвуковых колебаний.

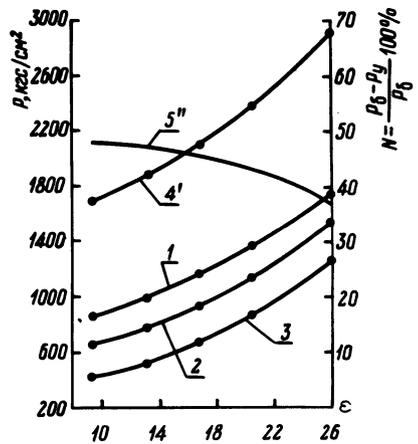


Рис. 2. Зависимости давления жидкости и эффективности применения ультразвука при гидроэкструзии стальных труб с деформируемыми оправками из свинца 1, графита 2, парафина 3; 4' — давление жидкости без ультразвука; 5'' — эффективность применения ультразвука.

Так, при прессовании труб из стали 45 \varnothing 12 x 1,5 обычным способом со степенью деформации $\epsilon = 16,6\%$, внутрь которых залит свинец, давление жидкости равнялось 2142 кг/см^2 , тогда как при использовании вакуумного масла — 2560 кг/см^2 , т.е. повышалось на 20%.

При гидроэкструзии труб с наложением продольных ультразвуковых колебаний увеличение вязкости смазки при прочих равных условиях не оказывает существенного влияния на давление жидкости. Например, при гидроэкструзии стальной трубы \varnothing 12 x 1,5 ($\epsilon = 16,6\%$) веретенным маслом с продольными колебаниями матрицы амплитудой 8 мкм давление жидкости составило 1140 кг/см^2 , при использовании вакуумного масла — 1180 кг/см^2 .

Это объясняется тем, что под действием ультразвуковых колебаний температура слоя в клиновом зазоре значительно повышается и вязкость уменьшается до минимального значения.

Так как вязкость смазки не оказывает существенного влияния на давление жидкости при гидроэкструзии труб с наложением продольных ультразвуковых колебаний, то все дальнейшие исследования производились на одной рабочей жидкости — веретенном масле.

При гидроэкструзии стальных труб с одной и той же степенью деформации с деформирующими оправками, изготовленными из различных материалов, необходимое давление для осуществления процесса течения металла принимает различные значения (рис. 2). Так, при выдавливании труб из стали 45 со степенью деформации $\epsilon = 21\%$ с деформируемой оправкой из свинца давление жидкости равнялось 1310 кгс/см^2 , с оправкой из графита — 1130 и с оправкой из парафина — 860 кгс/см^2 . Значит, при выдавливании труб с деформируемой оправкой давление жидкости требуется не только для деформации труб, но и для деформации оправки.

Анализ экспериментальных данных позволяет сделать следующие выводы:

1) при гидроэкструзии стальных труб с деформируемой оправкой с продольными ультразвуковыми колебаниями матрицы давление рабочей жидкости уменьшается на 40...50% по сравнению с необходимым при обычной гидроэкструзии;

2) шероховатость труб, выдавленных с наложением продольных ультразвуковых колебаний, была на 1 — 2 класс выше по сравнению с трубами, изготовленными обычным гидропрессованием;

3) для труб с достаточно большой толщиной стенки ($\frac{H}{d} \geq 1/10$, где H толщина стенки; d — диаметр труб) при гидроэкструзии с продольными ультразвуковыми колебаниями матрицы можно использовать деформируемую оправку из парафина.

Следует отметить, что при гидроэкструзии тонкостенных труб с ультразвуком применение оправки из парафина приводит к разрушению изготовленных труб.