

Исследование особенностей экспандирования труб большого диаметра

Мантула А.А. (ОМТ-09м)* Кашаев В.М. Скляр В.А.
Донецкий национальный технический университет

Анализ мировых тенденций производства труб большого диаметра свидетельствует о том, что наметилась тенденция направленная на производство труб повышенной категории прочности: X80, X100, X120. На территории России это обусловлено, с одной стороны тем, что наблюдается дальнейшее смещение мест добычи в полярные области, а с другой возможна экономия металла при строительстве трубопроводов, а также повышение эффективности их работы за счет поднятия давления до 13,7 МПа и более.

На сегодняшний день ведущий украинский производитель труб большого диаметра ОАО «Харцызский трубный завод» производит трубы категории X70. Опыта производства труб большей категории нет. В этом случае актуальной является задача исследования каждой из технологических операций на предмет производства труб вышеуказанных категорий.

Одной из операций, определяющей конечное геометрическое качество труб, и в первую очередь овальность, является операция экспандирования в холодном состоянии. Однако сравнение механических свойств труб повышенных категорий прочности (таблица) показало, что предел текучести на разрыв возрастает по сравнению с трубами категории X70 на 42,3% для труб категории X100 и на 71,1% для труб категории X120. Столь существенное изменение прочностных свойств подчеркивает актуальность исследования процесса экспандирования новых видов труб.

Таблица — Требования к результатам испытаний на растяжение

Марка трубы	Корпуса бесшовных и сварных труб						Сварной шов HFW, SAW и COW труб
	Предел текучести ^a $R_{0.5}^b$ МПа (фунтов на кв. дюйм)		Предел прочности на разрыв ^a R_m МПа (фунтов на кв. дюйм)		Соотношение ^{a,b,c} $R_{0.5}^b/R_m$	Относительное удлинение A_f %	Предел прочности на разрыв ^a R_m МПа (фунтов на кв. дюйм)
	минимум	максимум	минимум	максимум	максимум М	минимум УМ	минимум
X70	485 (70 300)	635 (92 100)	570 (82 700)	760 (110 200)	0,93	f	570 (82 700)
X100	690 (100 100)	840 (121 800)	760 (110 200)	990 (143 600)	0,979 ^g	f	760 (110 200)
X120	830 (120 400)	1 050 (152 300)	915 (132 700)	1 145 (166 100)	0,99 ^g	f	915 (132 700)

С учетом вышеизложенного целью работы является исследование методами математического моделирования процесса экспандирования труб повышенных категорий прочности X70, X100, X120.

* Руководитель – д.т.н., профессор кафедры ОМД Смирнов Е.Н.

Операционный анализ действующей схемы экспандирования позволил обосновать следующие расчетные схемы процесса (рис.1), отличающиеся характером влияния концевых участков.

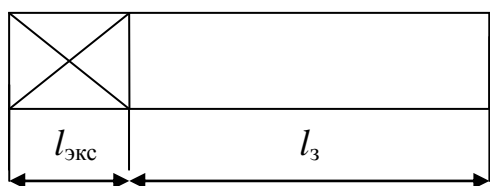


Схема 1: $l_H/l_{\text{экс}}=0$
 $l_3/l_{\text{экс}}=5$

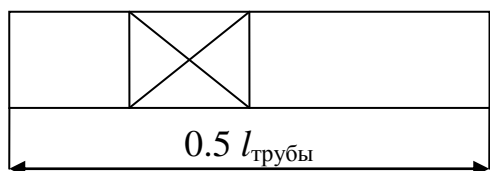


Схема 2: $l_H/l_{\text{экс}}=1$
 $l_3/l_{\text{экс}}=4$

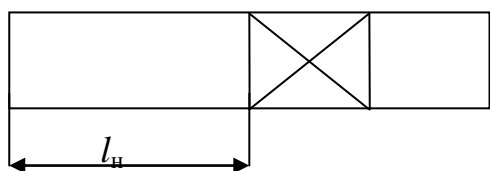


Схема 3: $l_H/l_{\text{экс}}=2$
 $l_3/l_{\text{экс}}=3$

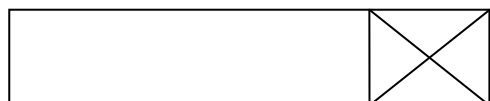


Схема 4: $l_H/l_{\text{экс}}=3$
 $l_3/l_{\text{экс}}=2$

Рисунок 1- Расчетные схемы экспандирования

Расчетное исследование было выполнено в программном комплексе ANSYS, с использованием метода конечных элементов.

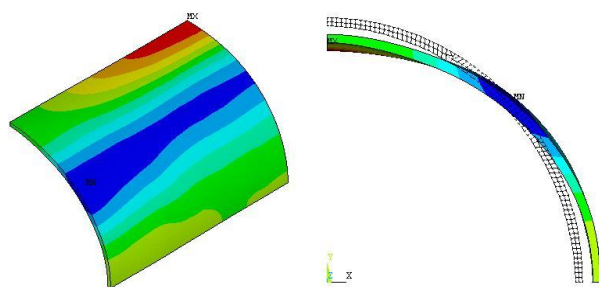


Рисунок 2- Моделирование процесса экспандирования в программном комплексе ANSYS

Расчетная схема представляла из себя $\frac{1}{4}$ часть трубы, которая нагружалась внутренним давлением (рис. 2).

Проведенное сопоставление расчетных данных с результатами фактического экспандирования трубы диаметром 1067 мм. по параметру $\epsilon_{\text{ост}}$ показало, что имеется хорошее совпадение результатов. Погрешность не превышает 10% и она обусловлена колебаниями механических свойств в готовом листе.