

УДК 621.774.37

Король Р. Н.

ОСОБЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТАЦИОНАРНОЙ КЛЕТИ СТАНА ХПТР ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕПРИНУДИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ХОЛОДНОГО РЕДУЦИРОВАНИЯ ТРУБ

Способ холодного редуцирования труб на станах ХПТР применяется при изготовлении труб с особовысокой точностью по толщине стенки, наружному и внутреннему диаметрам [1], а также при изготовлении особотолстостенных труб методом «сочленения» [2].

К недостаткам применяемых рабочих клеток станов ХПТР можно отнести то, что протяженность хода подвижного сепаратора, в котором осуществляется деформация заготовки, меньше длины хода рабочей клетки, а также подвижные части клетки имеют большой вес, что, в свою очередь, ограничивает скорость прокатки, снижая тем самым производительность стана. Подвижная обойма рабочей клетки обладает низкой жесткостью, что обуславливает значительную величину упругой деформации системы «рабочий инструмент – прокатная клеть». Это подтверждается расчетами, приведенными в работе [3].

Использование стационарной клетки стана ХПТР с опорными катками для редуцирования особотонкостенных труб в начальный момент закатки переднего конца трубы может привести к его постоянному сплющиванию из-за большого веса опорных катков и рабочих роликов, нарушая, таким образом, стабильность процесса прокатки. К недостаткам клетки следует отнести и трудоемкость изготовления опорных катков.

Целью работы является определение технологических и конструктивных особенностей стационарной клетки стана ХПТР для обеспечения непринудительного процесса холодного редуцирования труб.

Для обеспечения вышеуказанного было предложено исключить из конструкции клетки опорные катки и обеспечить свободное качение роликов по рабочему конусу, осуществить так называемый непринудительный процесс прокатки – при движении сепаратора ролики приводятся во вращение силами трения в очаге деформации, а их цапфы свободно перекатываются по рабочей калиброванной поверхности опорных планок.

Усовершенствованная рабочая клеть роликового стана холодной прокатки труб (рис. 1) содержит стационарный корпус (толстостенную обойму) 1 с расположенными в нем опорными планками 2 и подвижной сепаратор 3 с размещенными в нем рабочими роликами 4 с ручьями постоянного профиля. Каждый ролик выполнен сборным в виде вала 5 с кольцевым выступом посередине его длины, на обеих сторонах которого расположены роликовые элементы качения 6 и 7, связанные между собой сепараторами 8 и 9, а на роликовые элементы качения посажено кольцо 10 с нарезанным по его окружности ручьем постоянного профиля; при этом к боковым сторонам кольца жестко прикреплены кольцевые крышки 11 и 12, а свободные концы вала 5 контактируют с рабочей калиброванной поверхностью опорных планок (рис. 2).

Такое решение позволяет существенно снизить вес подвижных частей клетки, создавая возможности для увеличения числа двойных ходов клетки в минуту. Кроме того, возможность удлинить протяженность обжимной зоны со снижением давления металла на ролик, а также увеличить толщину стенки неподвижной обоймы (в результате чего уменьшится ее упругая деформация, которая составляет до 70 % от суммарной упругой деформации системы «рабочий инструмент – прокатная клеть»), позволяют повысить точность прокатываемых труб.

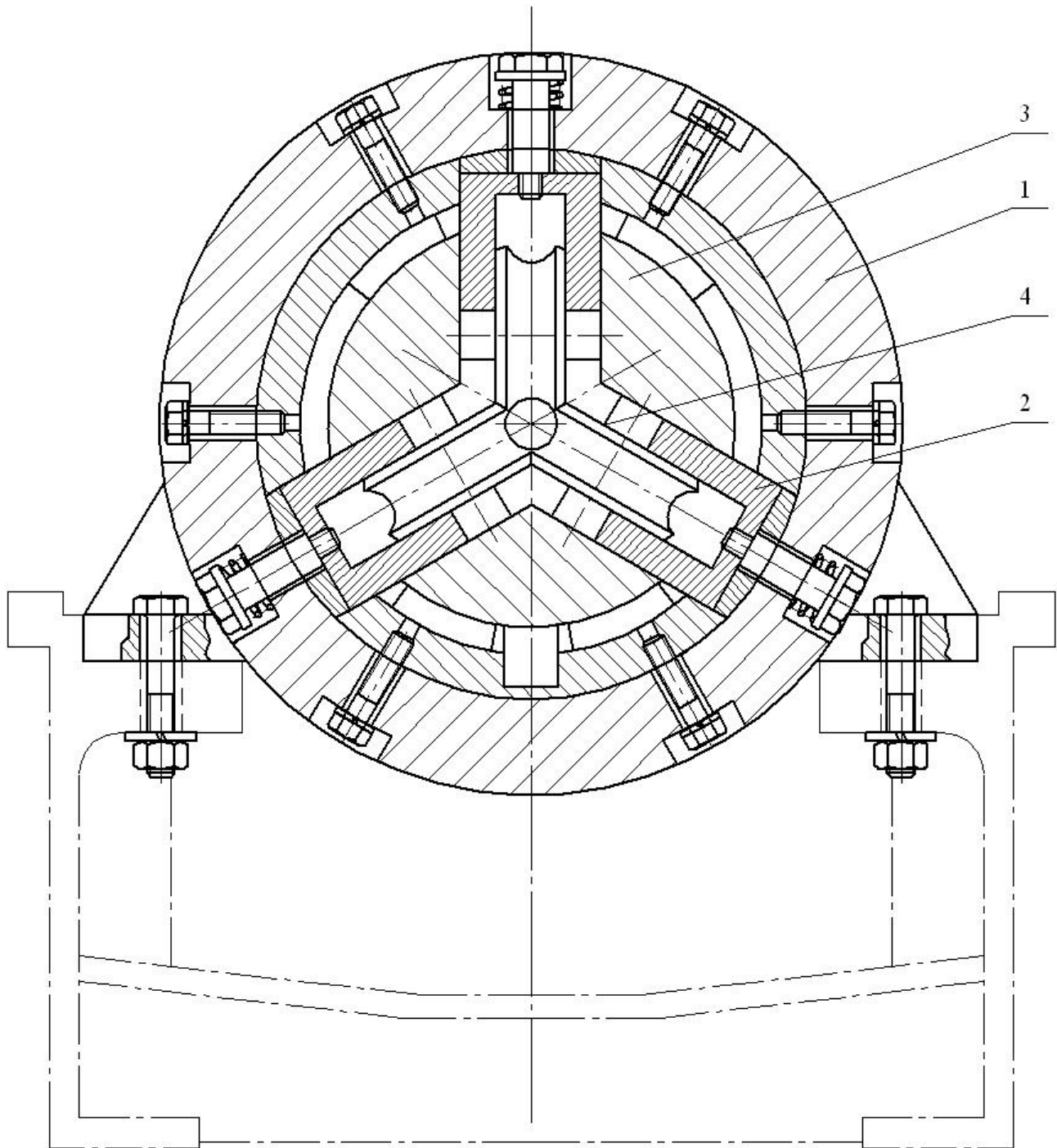


Рис. 1. Поперечное сечение усовершенствованной рабочей клетки стана ХПТР с неподвижной обоймой:

1 – стационарный корпус клетки; 2 – опорная планка; 3 – сепаратор; 4 – сборный рабочий ролик

Увеличение протяженности обжимной зоны приводит также к уменьшению деформации в мгновенном очаге, что позволяет прямопропорционально повысить величину подачи заготовки, а также увеличить дробность деформации. Последнее, как показали исследования, приведенные в работе [4], обеспечивает повышение точности и качества прокатываемых труб.

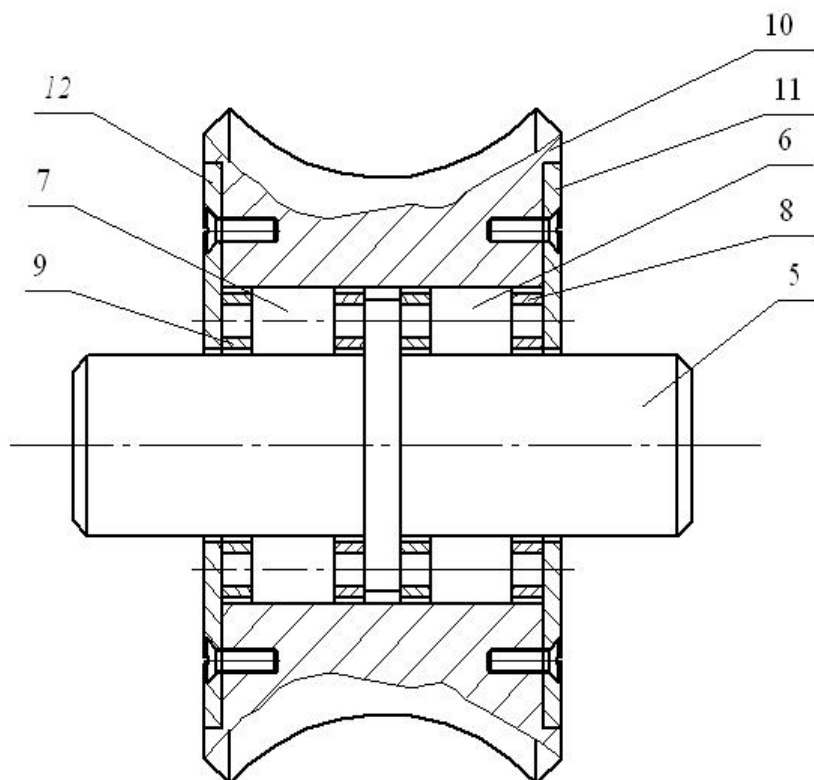


Рис. 2. Сборный ролик усовершенствованной рабочей клетки стана ХПТР:

5 – вал с кольцевым выступом посередине; 6 и 7 – роликовые элементы качения; 8 и 9 – сепараторы; 10 – кольцо с нарезанным по его окружности ручьем постоянного профиля; 11 и 12 – кольцевые крышки

Установка усовершенствованной клетки на действующие станы ХПТР не требует изменения всех остальных узлов стана, т.о. это связано с небольшими капитальными затратами.

Современное состояние технологии изготовления роликовых элементов качения обеспечивает нужные грузоподъемность и несущую нагрузку, вызванные давлением металла на рабочий ролик. Предварительно задаваясь габаритными размерами сплошных рабочих роликов, рассчитав максимальное давление металла на ролик в зоне обжатия по толщине стенки [4], можно определить размеры роликовых элементов качения, вала и кольца с нарезанным ручьем постоянного профиля. Дополнительную корректировку габаритных размеров рабочих роликов выполняют после проверки расчета вала на срез и допустимые контактные напряжения, а также кольца с нарезанным ручьем постоянного профиля на контактную прочность.

Выполненные расчеты сборных роликов показали, что имеется возможность уменьшить их размеры и вес в $1,3 \div 1,5$ раза по сравнению с существующими.

Усовершенствованная рабочая клетка роликового стана холодной прокатки труб работает следующим образом: расположенному в стационарном корпусе 1 сепаратору 3 с размещенными в нем рабочими роликами 4 через кривошипно-шатунный привод стана сообщают возвратно-поступательное перемещение. В момент нахождения сепаратора 3 в крайнем заднем положении, заготовка подается в очаг деформации, где осуществляется ее обжатие по диаметру и толщине стенки. Это приводит к возникновению давления металла на ручей постоянного профиля кольца 10, от которого давление передается через роликовые элементы качения 6 и 7, связанные между собой сепараторами 8 и 9, валу 5, прижимая его свободные концы к рабочей калиброванной поверхности опорных планок 2 и, как следствие, – вал 5 свободно перекачивается по рабочей калиброванной поверхности опорных планок 2,

а кольцо 10, благодаря действию на поверхность его ручья контактных сил трений, возникающих в очаге деформации, свободно перекачивается по рабочему конусу, осуществляя деформацию трубы во время «естественного» процесса прокатки. Жестко закрепленные кольцевые крышки 11 и 12 обеспечивают фиксацию кольца 10 на валу 5. Кольцо 10 с ручьем постоянного профиля и вал 5 свободно вращаются независимо один от другого с разной угловой скоростью.

Кинематическая схема взаимодействия вала, роликового элемента качения и кольца с нарезанным по его окружности ручьем постоянного профиля (сборный рабочий ролик) при прямом ходе сепаратора представлена на (рис. 3).

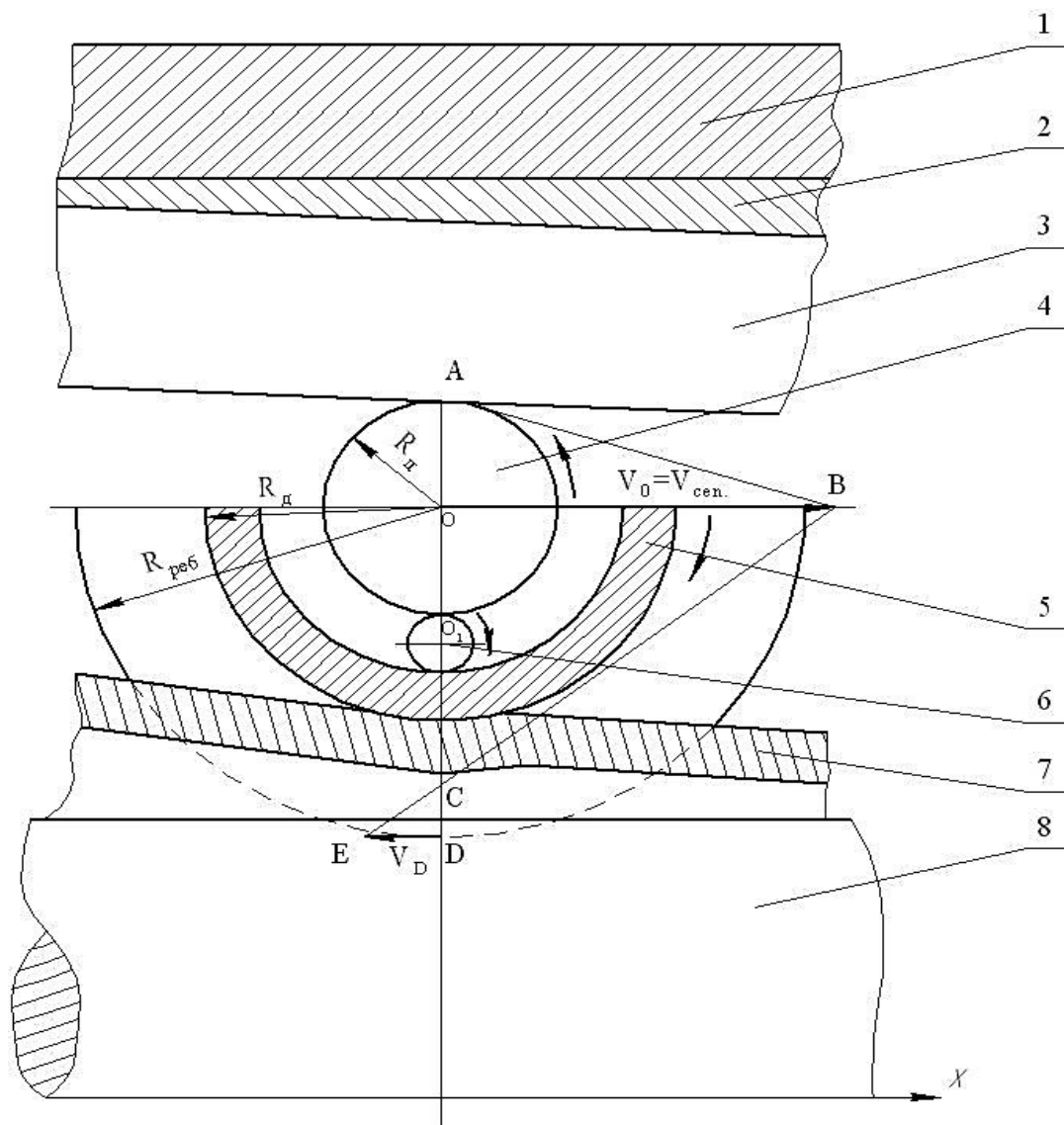


Рис. 3. Кинематическая схема взаимодействия вала, роликового элемента качения и кольца с нарезанным по его окружности ручьем постоянного профиля (сборный рабочий ролик) при прямом ходе сепаратора:

1 – стационарный корпус клетки; 2 – регулировочный клин; 3 – опорная планка; 4 – вал; 5 – кольцо с нарезанным по его окружности ручьем постоянного профиля; 6 – роликовый элемент качения; 7 – рабочий конус; 8 – цилиндрическая оправка; $R_ц$, R_d и $R_{реб}$. – соответственно, радиусы вала, ручья по дну и реборды кольца; $V_0 = V_{сеп.}$ – поступательная скорость сепаратора

Естественный катающий радиус кольца является переменным и равен: $OC = R_k \neq const$. Он определяется кинематическими условиями прокатки с учетом обжатия в мгновенном очаге деформации. Угловые скорости вала и кольца, соответственно, равны:

$$W_u = \frac{V_o}{R_u} \quad (1)$$

и

$$W_k = \frac{V_o}{R_k} \quad (2)$$

Тогда разность угловых скоростей кольца и вала будет равна:

$$\Delta W = V_o \left(\frac{1}{R_u} - \frac{1}{R_k} \right). \quad (3)$$

Рассогласование этих скоростей не влияет на стабильность процесса прокатки, так как компенсаторами являются роликовые элементы качения. Определение естественного катающего радиуса кольца тесно связано с условиями соблюдения качения вала по калиброванной рабочей поверхности опорной планки и кольца сборного ролика по рабочему конусу. Вышеуказанные условия качения могут быть рассмотрены из схемы сил, действующих со стороны металла на кольцо сборного рабочего ролика.

ВЫВОДЫ

Применение стационарной клетки стана ХПТР со сборным роликом с элементами качения позволяет добиться стабильности процесса прокатки при холодном редуцировании тонкостенных труб, а при изготовлении особотолстенных труб методом «сочленения» – обеспечить высокое качество поверхности и длительную стойкость рабочего инструмента за счет непринудительного ведения процесса прокатки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Король Р. Н. Рациональная технология уменьшения разностенности на тонкостенных и особотонкостенных трубах / Р. Н. Король // *Металл и литье Украины*. – 2007. – № 9–10. – С. 47–50.
2. Король Р. Н. Новая рациональная технология производства холоднодеформированных особотолстенных труб малых диаметров с высоким качеством внутренней поверхности / Р. Н. Король, Ю. М. Беликов, Н. Н. Мосьпан // *Обработка металлов давлением : сб. науч. трудов*. – Краматорск: ДГМА, 2012. – № 2 (31). – С. 210–216.
3. Король Р. Н. Методика расчета суммарной упругой деформации рабочего ролика стана ХПТР / Р. Н. Король // *Металл и литье Украины*. – 2007. – № 4. – С. 21–27.
4. Король Р. Н. Обоснование, разработка и внедрение рациональной технологии прокатки труб повышенной точности с использованием сварной заготовки на станах ХПТР : автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: спец. 05.03.05 «Процессы и машины обработки давлением» / Р. Н. Король. – Днепрпетровск, 2009. – 20 с.

Статья поступила в редакцию 15.05.2019 г.