

УДК 621.771.2:621.771.262

Бадюк С. И.  
Лещенко А. И.

## ПОЛУЧЕНИЕ СОРТОВЫХ ПРОФИЛЕЙ ПРОКАТА ИЗ ИЗНОШЕННЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ

Технология перекатки изношенных железнодорожных рельсов в сортовой прокат не находила применения на территории бывшего СССР. Однако в последние десятилетия специалисты-прокатчики стран бывшего СССР начали проявлять к ней интерес [1–6].

Железными дорогами Украины ежегодно списываются около 100–150 тыс. т изношенных железнодорожных рельсов, при этом «Укрзалізниця» является одним из крупных потребителей металлопроката в Украине. Учитывая соотношение затрат по переделам в себестоимости 1 тонны готовой продукции (80–90 % – сталеплавильный передел и 10–20 % прокатный) [6], для железных дорог более целесообразным будет не сдавать эти рельсы в металлолом, а перекачивать их в металлопрокат, необходимый подразделениям «Укрзалізниця».

Целью работы является разработка комплексной технологии перекатки изношенных железнодорожных рельсов в различные виды проката, потребляемого предприятиями «Укрзалізниця».

Для реализации технологического процесса перекатки изношенных железнодорожных рельсов, предлагается создать мини-завод на базе одного из предприятий «Укрзалізниця». На рис. 1 представлена структурная схема такого мини-завода.

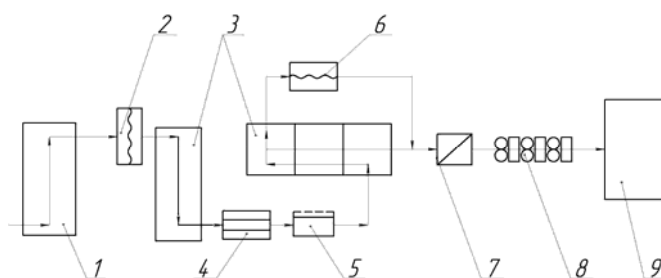


Рис. 1. Структурная схема мини-завода по перекатке изношенных железнодорожных рельсов:

1 – склад для хранения изношенных рельсов; 2 – рельсорезальная установка; 3 – промежуточные склады; 4 – установка для разделки рельсов; 5 – установка для очистки рельсов; 6 – дефектоскоп для проверки головок рельсов; 7 – нагревательный агрегат; 8 – прокатный стан; 9 – склад готовой продукции

Марки стали, применяемые для изготовления железнодорожных рельсов, имеют высокое содержание углерода и марганца. Эти химические элементы сильно влияют на свариваемость стали. Для рельсовых марок стали углеродный эквивалент достигает 1 % С. По уровню механических свойств рельсовые стали близки к рессорно-пружинным сталям и сталям углеродистым качественным марок 65–80. Поэтому из изношенных рельсов целесообразно изготавливать такие виды проката, которые будут использоваться для изготовления разнообразных деталей подвижного состава и верхнего строения пути. Прежде всего, это могут быть листовые рессоры, круглый прокат для цилиндрических пружин и пружинных клемм. Также это может быть круглый прокат для изготовления болтов для рельсовых стыков (ГОСТ 11530), болтов клеммных (ГОСТ 16016) и закладных (ГОСТ 16017) для рельсовых скреплений железнодорожного пути, шестигранный прокат для изготовления гаек для рельсовых скреплений (ГОСТ 16018). Химический состав перечисленных изделий соответствующими стандартами не нормируется, нормируются исключительно механические свойства, которым удовлетворяют механические свойства рельсовых сталей.

Привлекательным выглядит производство из изношенных железнодорожных рельсов арматурного проката, который можно применять в горячекатаном состоянии при изготовлении железобетонных изделий. В ГОСТ 5781 при производстве предварительно напряженного арматурного проката № 10–18 класса прочности А-IV (А600) предусмотрено использовать марку стали 80С, которая по своему химическому составу близка к рельсовым маркам стали. Таким образом, рельсовые марки стали могут служить заменителем стали 80С при изготовлении арматуры для железобетонных конструкций.

Также из изношенных железнодорожных рельсов можно производить катанку, предназначенную для дальнейшего волочения в арматурную проволоку для армирования железобетонных шпал по ГОСТ 7348. Арматурная проволока изготавливается из сталей углеродистых качественных марок 65–85, а, следовательно, рельсовые марки стали могут служить заменителем при изготовлении арматурной проволоки.

В технологическом процессе перекалки изношенных рельсов предполагается использовать только рельсы типа Р65, количество которых в общей массе рельсов, уложенных в железнодорожных путях Украины, составляет более 90 %. Рельсы предлагается перекачивать в круглый прокат  $\varnothing 8\text{--}32$  мм, который можно использовать для изготовления клеммных и закладных болтов, пружинных клемм и пружин, а также различных деталей подвижного состава; шестигранник размером 36 мм для изготовления гаек клеммных и закладных болтов; профили листовых рессор  $76 \times 13$  мм; арматурный прокат № 10–18; катанку  $\varnothing 6,5$  мм для изготовления арматурной проволоки для армирования железобетонных шпал.

Перед перекалкой, рельсы предлагается разрезать в продольном направлении на три части, которые условно можно называть головка, шейка и подошва. Перекалка рельсов с предварительным разделением их на три части является наиболее целесообразным способом реализации технологического процесса перекалки рельсов [7]. Предварительная разделка позволит снизить количество проходов при перекалке, затраты энергии на прокатку и повысить выход годного. Однако, для получения качественной поверхности реза необходимо использовать современные методы резки – плазменный или гидроабразивный.

При перекалке изношенных рельсов с предварительным их разделением важен выбор места реза, поскольку он определяет форму и размеры полученных частей рельса, являющихся подкатом для дальнейшей прокатки. При выборе места реза руководствовались следующими соображениями: для снижения вероятности образования закатов, кромки разделенных частей рельса должны иметь при вершине как можно больший угол; для упрощения калибровки, выступы в средней части головки и подошвы не должны иметь значительные размеры. Предлагаемая схема разрезки рельса на три части представлена на рис. 2. В поперечном направлении рельсы разрезаются на участки длиной 6 или 8 м.

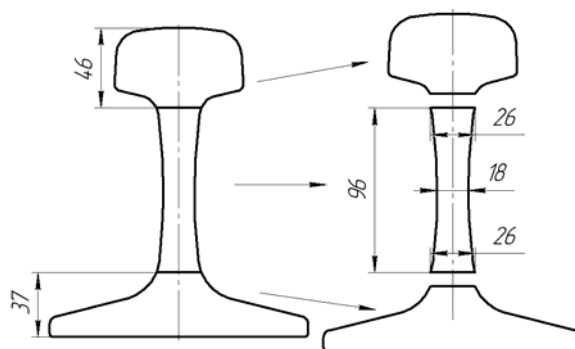


Рис. 2. Схема разрезки рельса типа Р65 на три части

Для перекалки полученных заготовок в сортовой прокат, разработаны системы калибров, представленные на рис. 3 и 4. Катанку, круглые и арматурные профили можно, в принципе, прокатывать из любых частей рельса. Шестигранник прокатывается только из подошвы или головки, поскольку форма и размеры шейки не дают возможности перекатать ее в этот профиль.

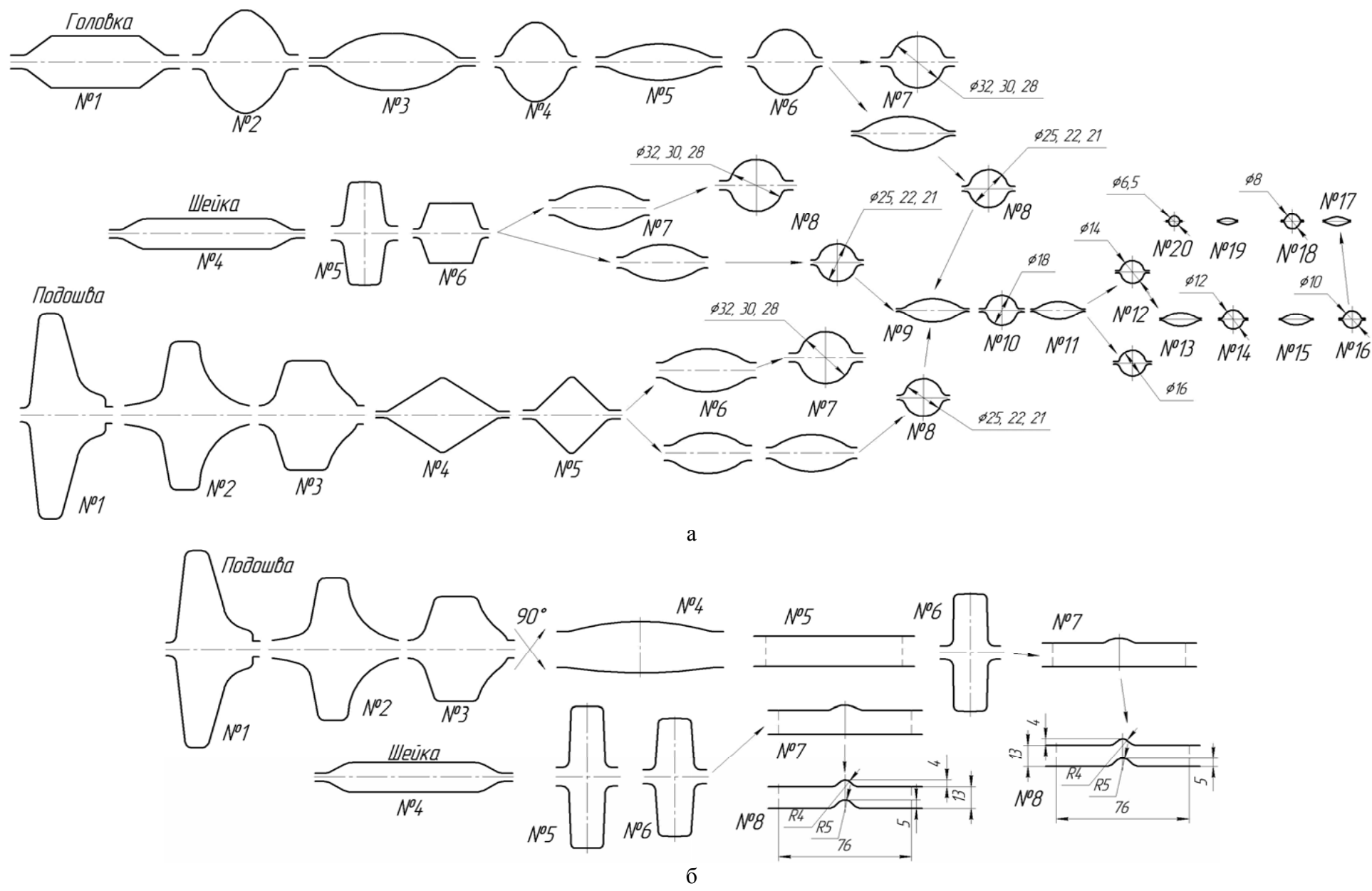


Рис. 3. Схемы калибров для прокатки круглых профилей  $\phi 32-6,5$  мм (а) и рессорного профиля (б)

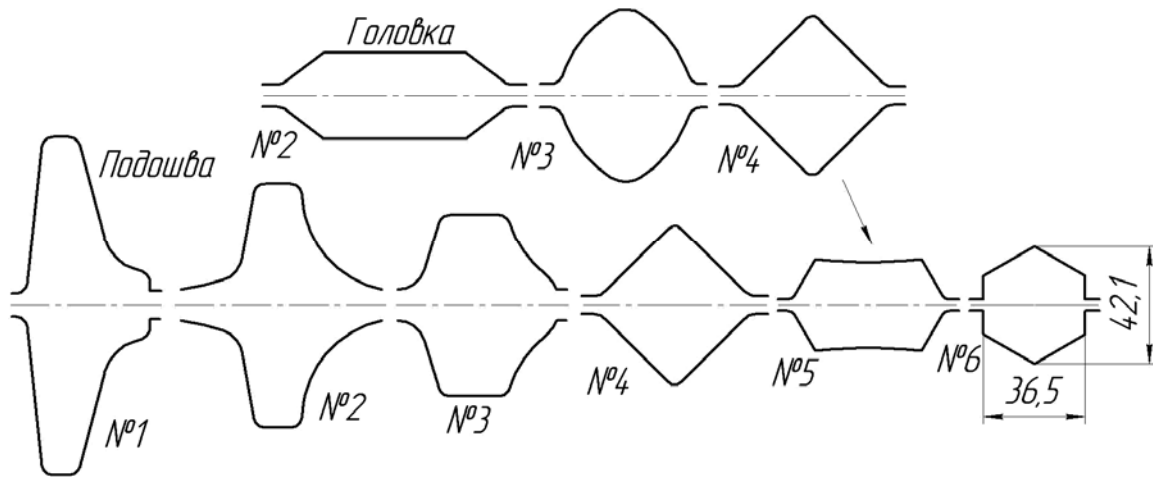


Рис. 4. Схемы калибров для прокатки шестигранника

Процесс перекатки заготовки каждого вида включает два этапа: получение промежуточного подката овального, квадратного или прямоугольного сечения и прокатку этого подката до готового профиля. На первом этапе прокатки для каждой заготовки необходима специальная калибровка валков, на втором – калибровка одина для всех заготовок.

Таким образом, катанка  $\varnothing 6,5$  мм из головки и подошвы прокатывается за 20 проходов, а из шейки – за 17 проходов, при этом шейка сразу задается в четвертый калибр. Катанка прокатывается из круглого подката  $\varnothing 25$  мм (калибр № 8).

Шестигранник прокатывается за 6 проходов из подошвы и за 5 проходов из головки (задается в калибр № 2). Рессорный профиль прокатывается за 8 проходов из подошвы и за 5 проходов из шейки (задается в калибр № 4).

Разработанная система калибров является универсальной для любой заготовки, полученной из разрезанного рельса. Сменными калибрами являются только первые 8 калибров и калибр № 12, в котором может прокатываться круглый прокат  $\varnothing 14$  и 16 мм. Арматурные профили прокатываются по тем же схемам, что и круглый прокат.

Перекатка рельсов по разработанной схеме реализуется на 20-ти клетевом непрерывном прокатном стане 300/150 (рис. 5).

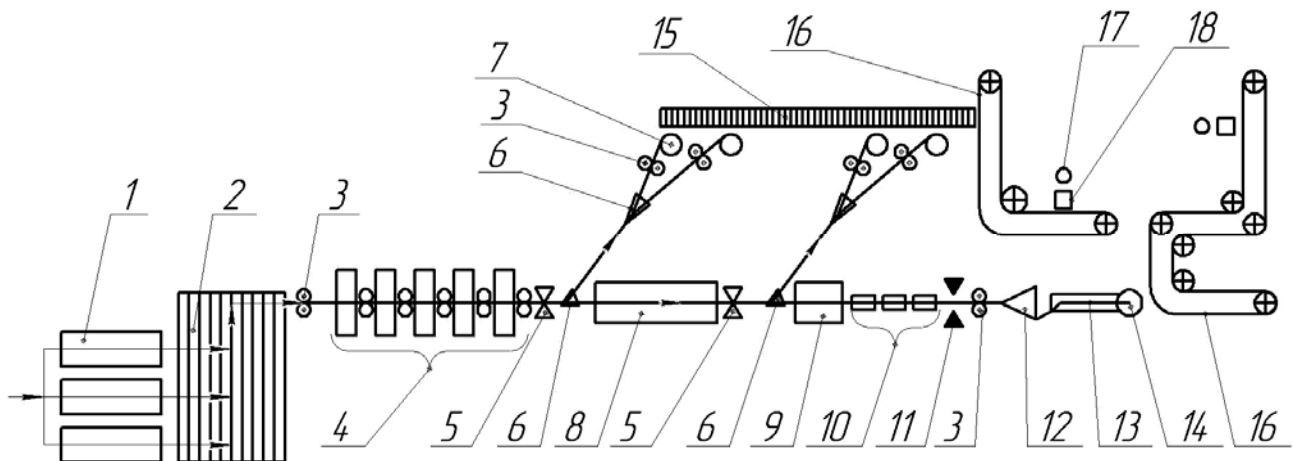


Рис. 5. Схема прокатного стана для перекатки изношенных железнодорожных рельсов:

1 – нагревательные установки; 2 – шлеппер; 3 – трайбаппарат; 4 – черновая группа клетей; 5 – барабанные ножницы; 6 – стрелка; 7 – моталка; 8 – чистовая группа клетей; 9 – четырехклетевой прокатный блок; 10 – секции водяного охлаждения; 11 – измеритель размеров проката; 12 – виткообразователь; 13 – рольганг для воздушного охлаждения витков катанки; 14 – станция уборки бунтов; 15 – шагающий транспортер; 16 – крюковой конвейер; 17 – бунтосниматель; 18 – пакетирующая машина

Прокатный стан состоит из трех групп клетей: 8-ми клетевой черновой группы 300, 8-ми клетевой чистой группы и проволочного участка, в состав которого входит четырехклетевой прокатный блок и линия охлаждения катанки. Нагрев заготовок перед прокаткой до температуры 1160–1180 °С осуществляется электроконтактным способом. Весь прокат производится в бунтах.

Главным отличием прокатного производства предлагаемого мини-завода от прокатного производства традиционных металлургических предприятий является использование заготовок, значительно отличающихся по форме и размерам, при едином сортаменте прокатного стана. Помимо этого, массовая доля заготовок трех видов различна – её можно принимать равной доле площади каждой части рельса в общей площади целого рельса. То есть, доля подошв будет составлять 41 %, головок 35 % и шеек 24 %.

Учитывая, что потребность железных дорог в некоторых профилях может быть в разы больше или меньше доли любого вида заготовок в их общем объеме, то возникает проблема правильного выбора заготовки для конкретного вида проката. Критерием при этом будет являться минимизация энергозатрат на процесс прокатки и минимальное число проходов.

В качестве критерия, характеризующего энергозатраты при прокатке, можно использовать удельную работу прокатки, затраченную на деформацию заготовки до получения готового профиля. Расчет энергосиловых параметров процесса перекалки изношенных рельсов осуществлялся с помощью разработанной в ИЧМ программы [8]. Результаты расчетов для основных профилей представлены в табл. 1.

Таблица 1

## Удельная работа, затраченная на прокатку

Вид проката	Величина удельной работы, МДж/т		
	Головка	Шейка	Подошва
Круглый, арматурный прокат и катанка, Ø, мм			
32	83	39,2	55,9
25	98,3	51,4	69
18	152,7	96	119,2
14	201,6	140	165,7
12	247,8	182,4	208,4
10	292,8	224,8	251,6
8	340,1	272	296,2
6,5	400	329,6	354
Шестигранник	38	–	33,4
Рессорный профиль	–	16,3	31,3

Как видно из табл. 1, наименьшее значение удельной работы деформации при прокатке всех профилей, кроме шестигранника, приходится на шейку, что объясняется меньшим количеством проходов и меньшей скоростью прокатки. Наибольшие значения удельной работы деформации при прокатке всех профилей приходится на головку. Величина удельной работы деформации при перекалке подошвы занимает промежуточное положение между аналогичными величинами при перекалке головки или шейки.

Таким образом, в процессе перекалки изношенных рельсов головка является наиболее энергозатратной заготовкой, а шейка – наименее энергозатратной. Подошва рельса, по расходу энергии на перекалку, всегда занимает промежуточную позицию между головкой и шейкой. Принимая во внимание величины удельной работы, затрачиваемой на перекалку головки подошвы и шейки, а также их часть в общей массе рельса, необходимо рационально подходить к выбору заготовки для каждого типа прокатываемого профиля.

Исходя из минимизации энергозатрат на получение готовой продукции, предлагается шейку, в первую очередь, перекачивать в рессорный профиль, круглые и арматурные профили Ø10–14 мм. Головку рекомендуется перекачивать в круглые профили больших сечений – Ø18–32 мм и шестигранник. Подошву следует перекачивать в катанку Ø6,5–8 мм – несмотря на более высокий удельный расход работы, чем при перекатке шейки. Это связано с большей (почти в два раза) массой бунта готовой продукции, при удельном расходе работы всего на 8 % большем аналогичного показателя при перекатке шейки. Также подошву можно перекачивать во все другие профили, в зависимости от программы производства завода.

### ВЫВОДЫ

В аспекте жесткой экономии финансовых и материальных средств, процесс перекатки изношенных железнодорожных рельсов в сортовые профили, потребляемые предприятиями «Укрзалізниці», является перспективным. Реализация этого процесса на предприятии, созданном на производственной базе «Укрзалізниці» с использованием представленных компоновочных схем мини-завода, прокатного стана, а также систем калибров, позволит получать качественную готовую продукцию с минимальными затратами всех видов ресурсов.

Предложенный подход по выбору оптимального сечения заготовки для получения конкретного вида готовой продукции можно использовать при разработке программы перекатки изношенных рельсов в различные виды сортового проката.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Современный комплекс для перекатки использованных рельсов в прокат широкого размерного сортамента / С. В. Родинков, А. М. Кривенцов, Н. В. Соломичев и др. // *Черные металлы*. – 2006. – № 10. – С. 11–17.
2. Технология переработки железнодорожных рельсов на сортовой прокат / В. К. Смирнов, В. А. Шилов, А. М. Михайленко и др. // *Сталь*. – 1995. – № 2. – С. 46–48.
3. Бахтинов Ю. Б. О целесообразности перекатки изношенных рельсов в сортовые профили / Ю. Б. Бахтинов // *Производство проката*. – 2000. – № 7. – С. 2–4.
4. Поляков М. Г. Возможные направления развития новых производств на предприятиях металлургического комплекса / М. Г. Поляков, А. П. Ткаченко // *Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: Межрегиональный сборник научных трудов*. – Магнитогорск: МГТУ, 2002. – С. 69–72.
5. Ломсадзе Д. М. Строительная арматура амортизированных железнодорожных рельсов / Д. М. Ломсадзе, С. Д. Катамадзе // *Теория и практика металлургии*. – 2009. – № 1–2. – С. 53–54.
6. Ресурсосберегающие технологические схемы производства сортового проката и катанки из отработавших рельсов / С. М. Жучков, В. Г. Раздобреев, Д. Г. Паламарь, А. И. Лещенко // *Производство проката*. – 2009. – № 1. – С. 17–23.
7. К вопросу об использовании изношенных железнодорожных рельсов при производстве проката / С. М. Жучков, С. И. Бадюк, В. Г. Раздобреев, А. И. Лещенко // *Черная металлургия: Бюл. Ин-та «Черметинформация»*. – 2010. – № 2. – С. 41–46.
8. Информационно-аналитическая система непрерывной сортовой прокатки / С. М. Жучков, Д. Г. Паламарь, В. Г. Раздобрев и др. // *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии: сб. научн. тр. ИЧМ*. – 2009. – Вып. 19. – С. 166–173.

Бадюк С. И. – аспирант ИЧМ;

Лещенко А. И. – аспирант ИЧМ.

ИЧМ – Институт черной металлургии им. З. И. Некрасова НАН Украины, г. Днепропетровск.

E-mail: corra33@gmail.com