

порошкообразного полиамида 6. Окислительные процессы в расплаве полимера начинаются с 240 °С, что свидетельствует о низкой термоокислительной стабильности данной композиции.

Таким образом, установлено, что основной структурной составляющей кристаллической части криогенноизмельченного полиамида 6 является γ' -форма. Проведение механоактивации дисперсных частиц криогенноизмельченного полиамида 6 приводит к увеличению стойкости полимеров к термоокислению. Совместное механоактивирование дисперсных частиц полиамида 6 с силикатными частицами различной природы приводит к неоднозначным результатам по изменению теплофизических характеристик полиамида. Введение в композицию каолинита улучшает стойкость к термоокислительной деструкции, в то время как применение аэросила ухудшает стойкость исходного полимера к воздействию окислительной среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Механохимический синтез дисперсных слоистых композитов на основе каолинита и высших карбоновых кислот / Т. Ф. Григорьева [и др.] // Доклады Российской академии наук. – 1995. – Т. 341, № 1. – С. 66–68.
2. Механоактивированные наполнители для полимерных нанокомпозитов на основе регенерированных термопластов / Т. Ф. Григорьева [и др.] // Веснік ГрДУ, сер. 6. – 2011. – № 1 (116). – С. 25–28.
3. Прогрессивные технологии нанесения покрытий / С. В. Авдейчик [и др.]; под ред. А. В. Киричека. – М. : Изд. дом «Спектр», 2012. – 272 с.
4. Технологическое обеспечение качества и ресурса при изготовлении, сборке, ремонте и восстановлении. / С. М. Белобородов [и др.]; под ред. А. В. Киричека. – М. : Издательский дом «Спектр», 2012. – 284 с.
5. Прогрессивные машиностроительные технологии / С. В. Авдейчик [и др.]; под ред. А. В. Киричека. – М. : Издательский дом «Спектр», 2012. – Том II. – 336 с.

УДК 681.32

ПЕРЕРАБОТКА БЫВШИХ В УПОТРЕБЛЕНИИ ТРУБ ХОЛОДНОЙ ПИЛЬГЕРНОЙ ВАЛКОВОЙ ПРОКАТКОЙ

Пилипенко С. В., Фруцкий В. А.

*Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
Новополоцк, Республика Беларусь*

В гидравлических системах машин и механизмов используется большое количество трубопроводов различного назначения. Кроме того, трубные изделия различной формы поперечного сечения используются в рамах, корпусах и других частях машин. Прежде чем получить окончательную форму и необходимые механические характеристики, материал труб проходит значительные по стоимости и экологическому воздействию стадии передела [1–2]. С другой стороны, большое количество труб, не имеющих значительной степени износа, поступа-

ют на переплавку [3]. Разработка технологии переработки такого типа вторсырья является актуальной научно-технической проблемой.

Целью работы является разработка технологии переработки бывших в употреблении труб с восстановлением их эксплуатационных характеристик.

Прежде чем поступить на машиностроительное предприятие труба проходит множество стадий передела (от добычи ископаемых до готовой трубной продукции (рисунок 1).

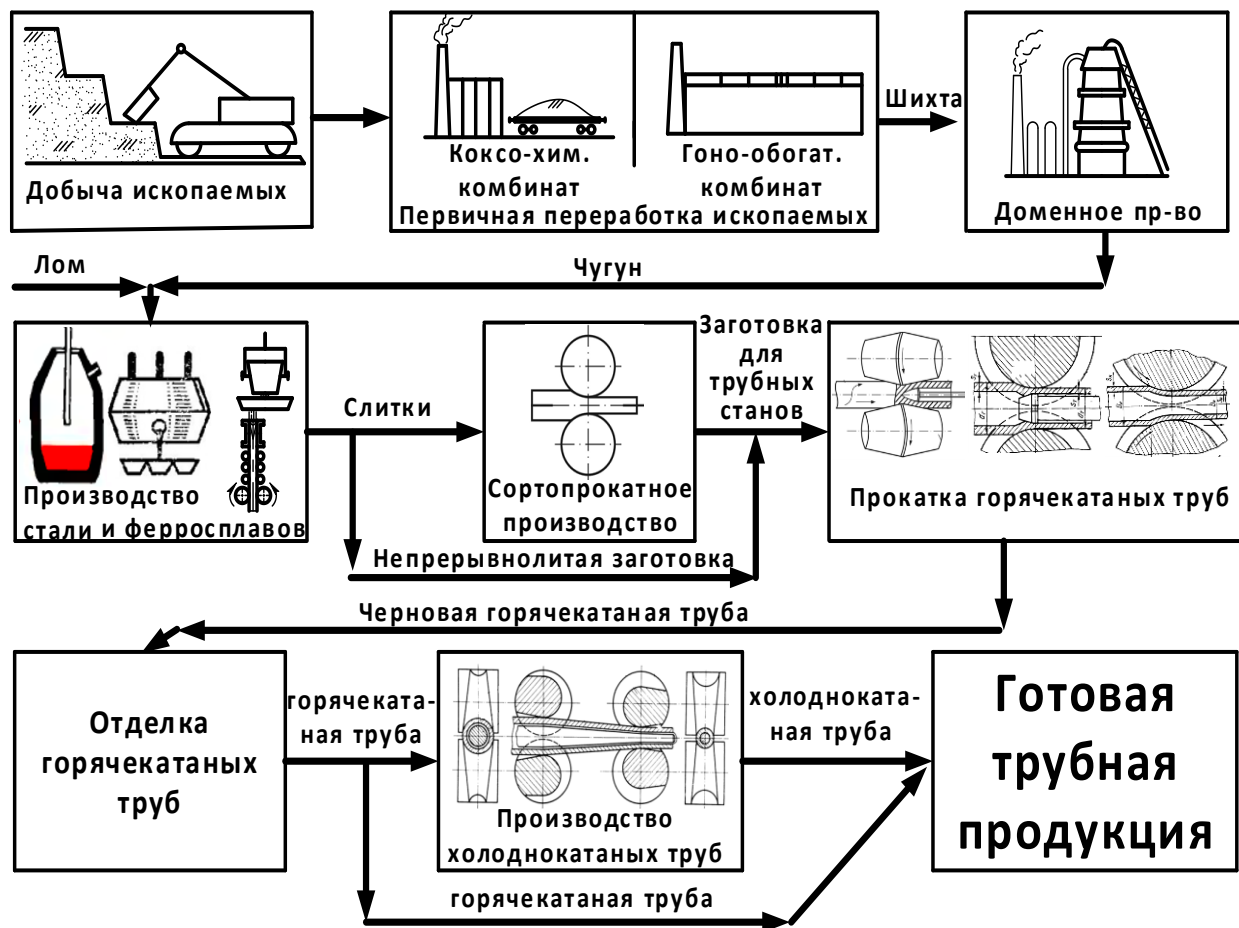


Рисунок 1 – Основные этапы переработки исходного сырья в трубный прокат

Как видно из рисунка 1, прежде чем поступить на стан горячей прокатки труб, исходное сырье проходит первичную переработку на коксо-химическом комбинате (коксуемые угли), горно-обогащительном (руда), далее, кокс и агломерат с другими шихтовыми материалами (в том числе ломом) поступает в доменный цех. Доменный цех передает передельный чугун в сталеплавильный цех, куда также поступают флюсы, ферросплавы и др. материалы шихты. Выплавленная сталь в виде слитков или непрерывнолитой заготовки является сырьем для сортопрокатного производства. Сама непрерывнолитая заготовка уже может быть основой для трубопрокатной продукции определенного сортамента. Но большинство горячекатаных труб производится из катанной, прессованной или кованной заготовки [4]. Само производство горячекатаных труб разделяется на непосредственно прокатное производство и отделку черновых

труб [4–5]. В отделку входит ряд операций (обрезка, разрезка, торцовка термообработка, химобработка и пр.), связанных с доведением труб до требований стандарта, по которому классифицируется данная трубная продукция. Большинство горячекатаных труб продается на рынке как готовая продукция, но часть произведенных труб (от 15 до 25 %) является заготовкой для цехов холодной прокатки [3, 5]. Холоднокатаная труба обладает повышенными показателями качества. Она имеет повышенную точность, особые показатели механических характеристик и пр. Кроме этого, холодной прокаткой можно получать тонкостенные трубы и трубы малого диаметра [1–6].

Большинство вышедших из эксплуатации труб поступает в качестве лома либо в сталепрокатный, либо в доменный цех. Очень часто такие трубы даже не имеют значительно износа [3] (особенно это касается нержавеющей труб и труб из цветных металлов). Для холодной прокатки достаточно иметь исходную заготовку в 1,5 метра (с незначительной реконструкцией загрузочной решетки стана). При разборе изготовленных из труб конструкций, отрезков такой и большей длины вполне достаточно, чтобы быть заготовкой для небольших партий труб. Учитывая цену такой заготовки, технология их переработки в готовые трубы с применением холодной прокатки экономически целесообразна.

Так, при наблюдаемой одним из авторов разборке павильона, основанием которой являлась сварная конструкция из труб 89x12 мм (Сталь 20), было отобрано и сдано на металлолом более тонны труб длиной отрезков более 2 метров. Случайно отобранных 4 отрезка показали, что коррозия не вывела данные трубы за требования стандарта ГОСТ 87-32, «Трубы стальные бесшовные горячекатаные», как по толщине стенки (от 11,3 до 13,74 мм), так и по диаметру (12,16–12,4 мм). Данная труба может классифицироваться как труба диаметром 89 мм с толщиной стенки 12,28 мм указанного стандарта. Такая труба вполне могла бы быть заготовкой, например, для прокатки холоднокатаной трубы ГОСТ Р 54159-2010 «Трубы стальные бесшовные и сварные холоднодеформированные общего назначения» диаметром 40 мм и толщиной 4 мм. В ходе холодной прокатки такая заготовка будет иметь механические характеристики, достаточные для получения удовлетворительных эксплуатационных качеств. Учитывая, что в ходе подобной операции количество серы и фосфора в металле уменьшается, то холодная прокатка таких труб позволит получить качественные с точки зрения химического состава трубы [3].

Основные операции технологии прокатки трубы по маршруту 89x12,28→40x4 мм (сталь 20) указаны на схеме (рисунок 2). Предложенная технология отличается от стандартной рядом операций, связанных с обработкой исходной заготовки. Следует более тщательно провести контроль качества (с применением ультразвуковой диагностики). Также возможно включение операции очистки наружной поверхности от краски и других загрязнений (опескоструивание, химобработка). Далее следует стандартная схема холодной прокатки труб.

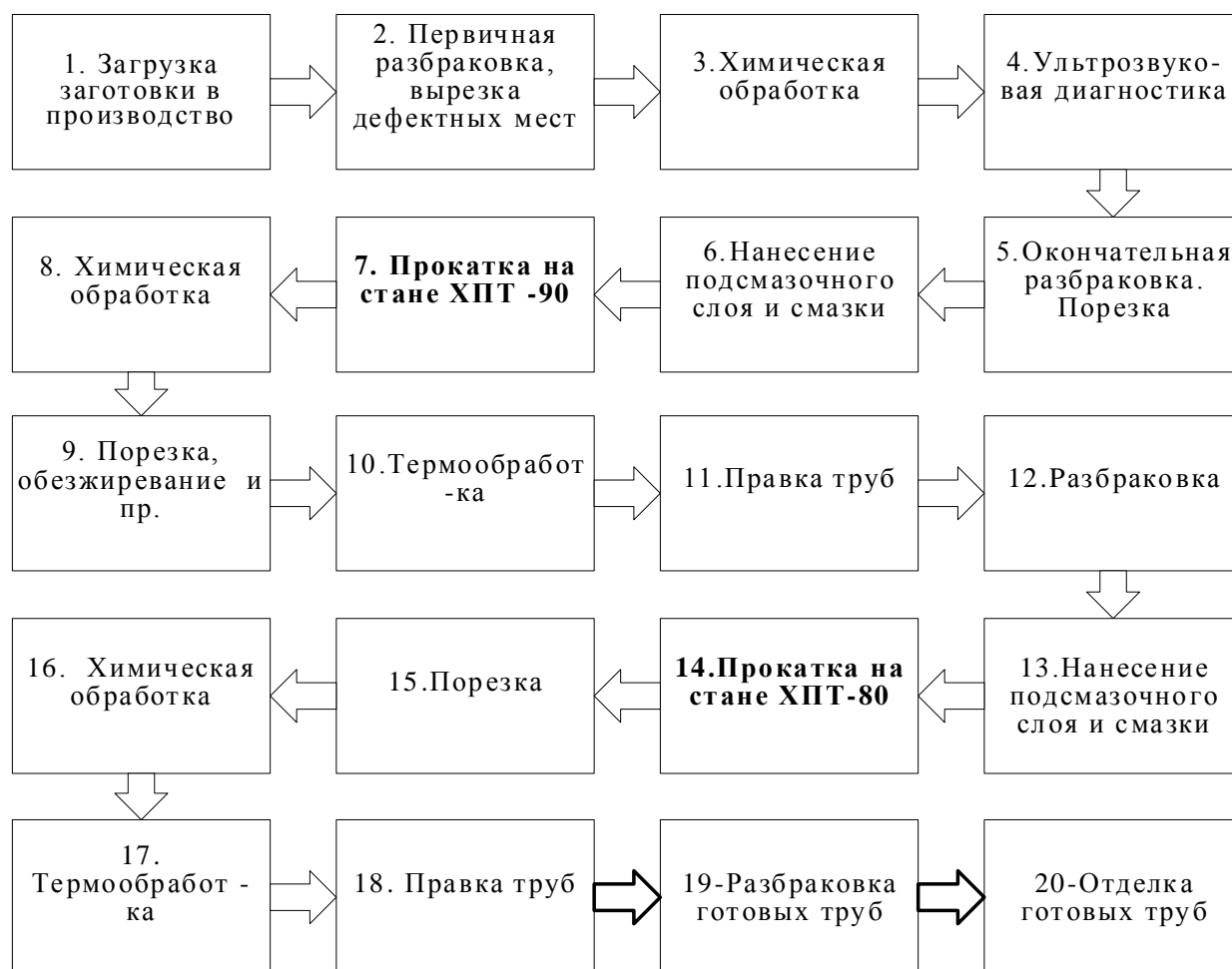


Рисунок 2 – Предлагаемая схема основных операций холодной прокатки труб

В таблице 1 показаны характеристики холодной деформации трубы с использованием, например, станов ХПТ-90 и ХПТ-80.

Как видно из таблицы, имея заготовку в 1,5 метра, возможно получить готовую трубу длиной 9 метров (длина указана с учетом обрезки, химобработки и др. расходов металла в ходе техпроцесса). При длине заготовки в 2,5 метра получаем готовую трубу в 16,63 метра.

Таблица 1 – Технологические характеристики прокатки трубы из стали 20 по маршруту 89x12,28→40x4 мм

Диаметр трубы	Толщина стенки	Обжатие по диаметру	Обжатие по стенке	Обжатие по площади поперечного сечения	Длина трубы при загот. в 1,5 м	Длина трубы при заготовке в 2,5 м	Стан ХПТ
мм	мм	%	%	%	мм	мм	
89	12,28						
63	7,5	29,2	38,9	55,8	3,2	5,8	90
40	4	36,5	46,7	65,4	9,01	16,63	80

Выводы

До 70–80 % стоимости готовой холоднокатаной трубы составляет стоимость заготовки. Использование бывших в употреблении труб позволяет не только

экономить значительную часть металла, но и повысить коммерческую эффективность производства холоднокатаных труб и уменьшить антропогенную нагрузку на окружающую среду. Разработанная технология переработки бывших в употреблении труб холодной прокаткой не требует значительных капиталовложений и позволяет получать трубы с достаточными для их реализации характеристиками. Также не требуется значительных капиталовложений на переоборудования цеха холодной прокатки труб. При этом предложенная технология отличается от стандартной только на этапе подготовки заготовки к прокату, однако в стандартном цеху холодной прокатки имеется всё требующееся для этого оборудование. Изменения вводятся только в те операции технологического процесса, которые касаются подготовки исходной заготовки к первой прокатке на стане ХПТ. Как показала промышленная проверка подобной технологии: полученные подобным способом готовые трубы будут иметь достаточные для их безаварийной эксплуатации параметры качества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Pilipenko, S. V. A deformation mode in a cold rolling condition to provide the necessary texture of the Ti-3Al-2.5V alloy / S. V. Pilipenko, V. U. Grigorenko, V. A. Kozechko, O. O. Bohdanov / *Naukovyi visnyk Natsionalnoho hirnychoho universytetu*. – 2021. – № 1. – p. 78–83.
2. Forney, C.E. Ti 3Al 2,5V seamless tubing engineering guide / C. E. Forney, H. S. Schemel. – Washington: Sandvik Special Metals Corp, 1987. – 115 p.
3. Томило, В. А. Утилизация бывших в употреблении труб холодной прокаткой / В. А. Томило, С. В. Пилипенко, А. В. Дудан // *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University Geo Assets Engineering*. 2022. – Т. – 333, № 8 – С. 118–125.
4. Машины и агрегаты для производства стальных труб. Учебник. / Шевакин Ю. Ф. [и др.]. – М. : Интермет Инжиниринг, 2007.
5. Друян, В. М. Теория и технология трубного производства./ В. М. Друян, Ю. Г. Гуляев, С. А. Чукмасов. – Днепропетровск : Днепр-ВАЛ, 2001. – 544 с.

УДК 621.785.545

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДИФФУЗИОННОГО НАСЫЩЕНИЯ ПРОВОЛОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Семенченко М. В.

*Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
г. Новополоцк, Республика Беларусь*

Формирование защитных покрытий предполагает использование широкой номенклатуры материалов. При выборе химического состава проволочного материала учитывают условия последующей эксплуатации упрочняемой или восстанавливаемой детали. Важное значение имеет перечень и процентное содержание легирующих элементов в формируемом слое, соблюдение технологии наплавки или напыления. При упрочнении или восстановлении дешевых мало-ресурсных деталей применение высоколегированного материала не всегда оправдано из-за его высокой стоимости. Покупка проволоки различных марок