

СУЩЕСТВУЮЩИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПЕРЕПЛАВА БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ СКРАПА УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МЕТАЛЛАМ, ЗАГРЯЗНЕННЫМ РАДИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

И. А. Князев

ФГУП «РАДОН», Москва

Статья поступила в редакцию 20 октября 2021 г.

Подготовлена по материалам доклада на Третьей международной научно-практической конференции «Охрана окружающей среды и обращение с радиоактивными отходами научно-промышленных центров», ФГУП «РАДОН», 22–23 сентября 2021 г.

Предложена альтернативная технология для плавления – дезактивация или сокращение объема металлических радиоактивных отходов с применением промышленных конструкций плазменно-дуговой печи. Представлены перспективные конструкционные и технические решения для создания специализированной плазменно-дуговой печи переплава низкоактивной углеродистой стали. Рекомендованы наиболее перспективные технологические процессы и установки для удаления поверхностной пленки окалины при дезактивации стального лома.

Ключевые слова: радиоактивные отходы, радиоактивные загрязнения, дезактивация стали, индукционный переплав, плазменно-дуговая печь (ПДП), удаление окалины.

Накопление больших объемов низкоактивной углеродистой стали, загрязненной радиоактивными веществами, вызывает необходимость разработки специализированных технологий переплава для возвращения очищенного металла на повторное использование или для уменьшения его объема, направляемого на долговременное хранение. Экономическая эффективность индукционного переплава для дезактивации легированных (нержавеющих) сталей обусловлена высокой рыночной стоимостью стали при ее рециклинге. Тем не менее индукционный переплав металла для его дезактивации имеет существенные недостатки. Прежде всего это низкие производительность и объем садки плавителя [1], не позволяющие получить

результатирующую экономическую эффективность процесса дезактивации низколегированных углеродистых сталей методом плавления. Другим существенным недостатком индукционных печей является повышенное газовыделение из плавителя, связанное с необходимостью периодичности загрузки лома в плавитель из-за конструкционного ограничения размеров его рабочего объема, а также газовыделение в процессе слива расплава.

Для дезактивации сталей преимущественно в форме легковесного и средневесного (до 2,5 т/м³) лома наиболее целесообразно применение существующих промышленных конструкций современных плазменных дуговых печей нового поколения (ПДП-НП) [2] с

периодом расплавления 45–60 минут при массе садки до 12 тонн, используемых в отечественной металлургии.

Кроме того, для создания специализированной конструкции печи для плавления, с целью дезактивации или сокращения объема металлических радиоактивных отходов, существуют перспективные конструкционные и технические решения: применение передвижного газоотводящего укрытия всей печи, промышленных плазмотронов вместо графитовых электродов [3] с возможностью рециркуляции отходящих газов, эркерного или сифонного канального выпуска расплава [1], что позволит снизить объем отходящих газов в систему газоочистки. Размещение плазмотронов в боковых стенах печи улучшит загрузку и дозагрузки через свод печи лома в ходе работы. Использование выкатной подины и огнеупорно-горнisaжной футеровки свода и стен облегчит периодическое удаление слоя футеровки, загрязненной радионуклидами.

До поступления в плавитель лом стали, поверхностно загрязненной радиоактивными веществами, должен обязательно пройти стадию поверхностной дезактивации. При анализе имеющихся сведений о технологических процессах и установках удаления поверхностной пленки окалины выделено наиболее перспективное направление: использование печи отжига металла для нагрева его поверхности до температуры 850–900 °С с последующим снятием окалины в виброабразивной установке со сменными камерами. Печь отжига рекомендуется выполнить с размещением металла на поде печи в клетях. При этом печь должна иметь выкатной под и футеровку стен и свода из керамоволокнистой теплоизоляции. Повышение степени

поверхностной дезактивации до 100 раз можно получить при использовании реагентной термической дезактивации поверхности металла, аналогично разработанной ФГУП «ЦНИИчермет» технологии, а также при применении локального нагрева плазменным «пистолетом» до 1350 °С зон загрязненности, выявленных при дозиметрическом контроле.

Результатом внедрения предлагаемой технологической цепочки обращения с ломом углеродистой стали, загрязненной радиоактивными веществами, будет являться снижение его объема до 4–6 раз при одновременной усреднительной продувке плавки и возможности дезактивации. Улучшение степени дезактивации в ПДП достигается за счет интенсивного окисления поверхности лома излучением дуги и увеличения температуры расплава для удаления примесей, включающих радиоактивные загрязнения.

Литература

1. Братковский Е. В., Заводяный А. В. Электрометаллургия стали и спецэлектрометаллургия: Учебно-методическое пособие для студентов специальности 150101 «Металлургия черных металлов» всех форм обучения. — Новотроицк: НФ МИСиС, 2008. 115 с.
2. Малиновский В. С. Организация процесса плавки стали в универсальных дуговых печах постоянного тока нового поколения // Металлургия машиностроения. 2010. № 1. С. 5–14.
3. Кулинич В. И., Матвиенко В. А., Забарилло О. С., Мельник Г. А. Параметры электрической дуги плазменно-дугового нагревателя с полыми коаксиальными электродами // Проблемы специальной электрометаллургии. 1995. № 4. С. 49–55.

Информация об авторе

Князев Игорь Анатольевич, кандидат технических наук, главный специалист, ФГУП «РАДОН» (119121, Москва, 7-й Ростовский пер., д. 2/14), e-mail: IAKnyazev@radon.ru.

Библиографическое описание статьи

Князев И. А. Существующие решения для переплава больших объемов скрапа углеродистой стали применительно к металлам, загрязненным радиоактивными веществами // Радиоактивные отходы. 2021. № 4 (17). С. 57–59. DOI: 10.25283/2587-9707-2021-4-57-59.

EXISTING REMELTING SOLUTIONS FOR LARGE VOLUMES OF CARBON STEEL SCRAP APPLIED TO TREAT METALS CONTAMINATED WITH RADIOACTIVE SUBSTANCES

Knyazev I. A.

FSUE RADON, Moscow, Russia

Article received on October 20, 2021

Prepared on materials of the Report for the Third International Scientific and Practical Conference on the Environmental Protection and the Management of Radioactive Waste from Scientific and Industrial Centers, FSUE RADON, September 22–23, 2021.

The paper proposes an alternative melting method, namely, the decontamination or reduction of metal radioactive waste volume based on the industrial designs of a plasma-arc furnace. It presents promising design options and technical solutions for the development of a purpose-designed plasma-arc furnace enabling the remelting of carbon steel with a low level of radioactive contamination. The paper recommends most promising process flowcharts and units for the removal of surface scale layers during the decontamination of the steel scrap.

Keywords: radioactive waste, radioactive contamination, steel decontamination, induction remelting, plasma arc furnace, descaling.

References

1. Bratkovsky E. V., Zavodiany A. V. *Elektrometallurgiya stali i spetsiektrometallurgiya* [Steel Electrometallurgy and Special Electrometallurgy]. Study guide for students of specialty 150101 Metallurgy of Ferrous Metals recommended for all attendance modes. Novotroitsk, NF MISiS Publ., 2008. 115 p.
2. Malinovsky V. S. Organizatsiya protsessa plavki stali v universal'nykh dugovykh pechakh postoyanogo toka novogo pokoleniya [Arranging the Steel Melting Process in Universal Direct-Current Arc Furnaces of a New Generation]. *Metallurgiya mashinostroyeniya — Metallurgy of Mechanical Engineering*, 2010, no. 1, pp. 5–14.
3. Kulinich V. I., Matvienko V. A., Zabarilo O. S., Mel'nik G. A. Parametry elektricheskoy dugi plazmenno-dugovogo nagrevatelya s polymi koaksial'nymi elektrodami [Parameters of an Electric Arc Constituting to a Plasma-Arc Heater with Hollow Coaxial Electrodes]. *Problemy spetsial'noy elektrometallurgii — Problems of Special Electrometallurgy*, 1995, no. 4, pp. 49–55.

Information about the author

Knyazev Igor Anatolevich, Ph.D., chief specialist, FSUE RADON (2/14, 7th Rostov lane, Moscow, 119121, Russia), e-mail: IAKnyazev@radon.ru.

Bibliographic description

Knyazev I. A. Existing Remelting Solutions for Large Volumes of Carbon Steel Scrap Applied to Treat Metals Contaminated with Radioactive Substances. *Radioactive Waste*, 2021, no. 4 (17), pp. 57–59. DOI: 10.25283/2587-9707-2021-4-57-59. (In Russian).