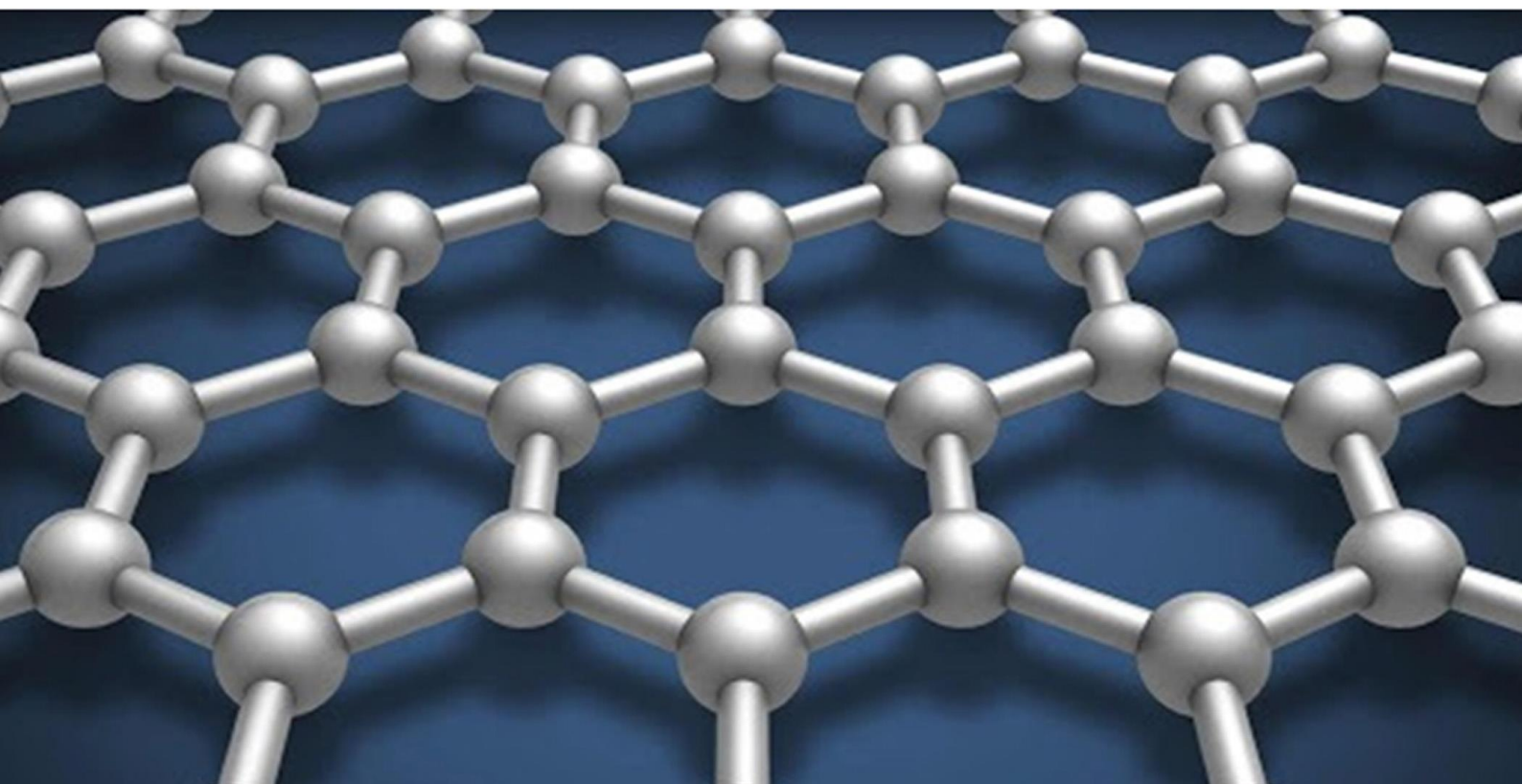


O'zbekiston

Kompozitsion Materiallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК 621.74.:

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАВКИ ЧУГУНА В ИНДУКЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОПЕЧАХ

С.А. Расулов, Э.Х.Туляганов, Ф.К. Абдуллаев, Ш.Н. Саидходжаева, В.П. Брагина

Введение. Внедрение современных способов электроплавки во многих случаях является необходимым условием интенсификации и повышения эффективности литейного производства.

Наиболее распространенным литейным сплавом является чугун, на долю которого приходится более 70% годового выпуска литья. Это объясняется рядом достоинств чугуна и прежде всего лучшими, чем у других сплавов литейными свойствами. Одним из главных процессов влияющие на качество чугуна является технология плавки с применением индукционных печей вместо вагранок и коренным образом может менять технологию плавки чугуна. В связи этим возникает необходимость в более подробном рассмотрении особенностей индукционной плавки.

Литературный обзор. При переходе на плавку в индукционных печах изменяется состав потребляемой шихты. Вместо доменного чугуна в состав шихты можно вводить легковесные низкокачественные материалы (обрез, чугунная и стальная стружка, легковесный стальной лом и др.).

Применение более дешевой шихты дает ощутимый экономический эффект, величина которого может колебаться в значительных пределах в зависимости от многих, часто взаимоисключающих факторов. Можно считать, что разница между себестоимостью, жидкого чугуна, полученного в вагранках и в индукционных печах, значительная при подсчёте по существующим отпускным ценам.

Важным преимуществом индукционных печей является также резкое сокращение загрязнения воздушного бассейна отходящими газами, особенно в тех случаях, когда промышленные предприятия находятся в непосредственной близости от жилых районов.

Для изучения особенностей плавки различных шихтовых материалов при индукционной плавке нами проводились эксперименты в лаборатории Литейной кафедры Ташкентского государственного технического университета имени И.А.Каримова (ТГТУ) по изучению особенности технологии плавки чугуна в индукционных электропечах.

Методы и материалы исследования. В проведении плавки проследовали следующие вопросы:

- масса используемой шихты;
- расход электроэнергии на плавку;
- масса жидкого металла;
- масса шлака;
- продолжительность плавки;
- температура чугуна при выпуске из печи;
- структура металла при изучении отдельных образцов из чугуна;
- расплавление в печи стружки и легковесных отходов;
- влияние перемешивания металла на расплавленные стружки;
- влияние плавки легковесных отходов на износ кислой футеровки.

Как известно, индукционная печь позволяют вести нагрев и расплавление лома и отходов по всему объему тигля. Особенностями индукционных печей является то, что в жидком чугуне создаются гидродинамические потоки, дающие возможность добавлять в расплав легковесную шихту [1].

Это позволяет в печах промышленной частоты (ИЧТ) плавить чугун «болотом», что позволяет добавлять до 30-40% стружки в шихту [2].

Как известно, в зависимости от частоты тока индукционные тигельные печи имеют различные физические показатели на различных этапах нагрева и расплавления шихты [3].

Эксперименты на кафедре проводились в индукционной электропечи ИСТ-006 т, с частотой тока 2400Гц, с добавкой в шихту легковесных отходов и стружки в количестве от 30 до 50%.

В индукционных печах средней и высокой частоты перемешивание жидкого металла является малоэффективным, в то время как в печах промышленной частоты перемешивание металла происходит по всему объему тигля с разрывом зеркала металла [3].

Для решения вопросов по использованию легковесных отходов и стружки на машиностроительном заводе и снижению себестоимости отливок нами были проведены работы по различным вариантам подготовки и использования легковесных отходов в шихте. Первоначально

использование стружки россыпью приводилось в печи ИСТ-006, при этом угар составил более 40%, увеличилась трудоемкость погрузо-разгрузочных работ. Для повышения плотности стружки изготавливались брикеты на холоднобрикетирующих прессах до плотности $5 \cdot 10^3$ кг/м³ при влажности 2-3%. Объемная масса стружки примерно в 4-5 раз меньше плотности лома. При изготовлении брикетов на холодном брикетирующем процессе необходимо давление 4000 кг/м² [4], плотность при этом составляет 5 кг/м³. Брикетирующее стружки в холодном состоянии не принесли ощутимых положительных результатов. Холодное брикетирование снижает транспортные операции, но не решает вопросы эффективного использования легковесных отходов и стружки. Далее нами были продолжены работы по горячему прессованию. Горячее прессование в литейной лаборатории проводилось в два этапа, как рекомендуется в работе [2]. Проводилось предварительное прессование измельченной очищенной стружки при 300°C затем нагрев до 700°C и дополнительное прессование. Затраты на оборудование, топливо при горячем прессовании увеличивает цены на брикеты в 3 раза больше, чем при холодном прессовании, при этом усвоение легковесных отходов показали хорошие результаты, угар элементов снизился до 9-10%.

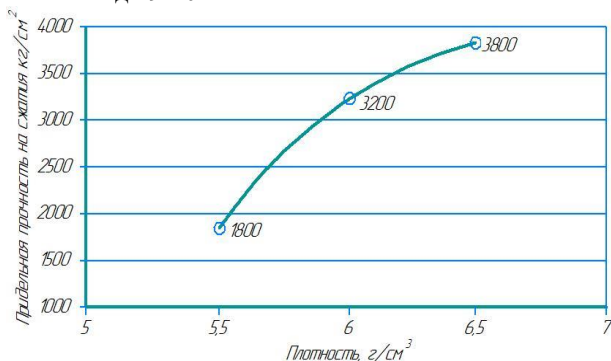


Рис 1. Зависимость механической прочности брикетов от их плотности

В наших экспериментах плотность брикетов при горячем прессовании чугуновой стружки достигла на прессах в лаборатории 600 кг/м³.

Зависимость механической прочности брикетов от их плотности показано на рис. 1.

Брикеты изготавливались размером в 115-120мм по диаметру и высотой 50 мм, расход природного газа на нагрев неочищенной стружки составил 20 м³ на тонну металла. Легковесные отходы добавляли в шихту 40%, возврат собственного производства 20%, чугуновый и стальной лом 27%, ферросплава 5% и карбюризаторы 8%.

Стружки загружались в тигель печи поверх кусковой шихты, затем загружались остальная кусковая шихта и ферросплавы. Как показали эксперименты при плавке чугуна марки СЧ20 при использовании легковесных отходов науглероживание также является непростой операцией. Науглероживание можно производить присадкой карбюризатора на зеркало ванны или добавлением в шихту. В нашем случае добавление электродного боя производилось вместе с шихтой, степень усвоения карбюризатора составила 85%, электродный бой был измельчен по фракциям 10-12 мм, скорость науглероживания 8,5 процент в одну минуту, температура чугуна при этом снижалась на 40-50°C на каждый усвоенный процент электродного боя.

Температура чугуна при этом не была ниже 1420°C. Шихта была составлена для выплавки серого чугуна марки СЧ20, следующего химического состава: C-3,2%; Si-1,8 %, Mn-0,85% при НВ-200 кг/мм². Угар элементов был близок к приведенному составу в табл. 1 [3].

Таблица 1

Угар элементов индукционной печи при использовании различных шихтовых материалов

Шихтовые материалы	Оксиды в шлаках	Общий угар металла, в %
Чугунный лом	15-20	1%
Легковесные стальные ржавые отходы	40	10%
Стальная стружка	25	8-10%
Чугунная стружка	20	8-10%

Для повышения качества металла и снижения содержания вредных примесей производилось термовременная обработка чугуна при температуре 1480-1500°C в течении 15-20 минут.

Воздействие термовременной обработки определяется перегревом расплава выше

температуры равновесия тигельной реакции и временем выдержки с помощью параметра

$$S = \int_{\tau_1}^{\tau_2} \Delta T^{2(\tau)} d\tau$$

Где $(\tau_2 - \tau_1)$ -время термовременной обработки, мин; ΔT -перегрев над

температурой равновесия, К. Экспериментально определенная величина интеграла для различных условий плавки, термовременной обработки S соответствует условиям получения чугуна с перлитной

структурой и равномерно распределенными включениями пластинчатого графита. В таблице 1 приводятся рекомендуемые параметры термовременной обработки серого чугуна.

Таблица 2

Рекомендуемые параметры термовременной обработки для различных марок чугуна

Чугун	S		Время выдержки, мин
СЧ15	7000	... 12000	3...5
СЧ18	2000	... 12000	3...5
СЧ20	12000	... 25000	5...10
СЧ25	12000	... 25000	5...10
СЧ30	25000	... 35000	10...15
СЧ35	35000	... 50000	15...20

Температура перегрева измерялась термопарами, для определения механических свойств чугуна, изготавливались образцы для определения износа вырезались из плитки размером 300x200x55 мм². Объемная и линейная определялись на специальной пробе в виде усеченного конуса высотой 115 мм, твердость определялась на приборе Бринелля. Удельный расход энергии у печей промышленной частоты меньше, чем у высокочастотных. Перегрев металла в печах с частотой 50-60Гц протекает быстро.

Результаты исследования. Как показали эксперименты, в лабораторной печи и в печи ИЧТ-1 машиностроительного завода стойкость кислой футеровки индукционных печей снизилась, так как увеличение в шихте низкосортных отходов отрицательно влияет на стойкость футеровки и физико-металлургические процессы, увеличивается в расплаве FeO, которой реагирует с SiO₂ футеровки с образованием легковесного фаялита 2FeO·SiO₂, имеющего низкую температуру плавления порядка 1200°C. Особенно интенсивно образуется фаялит при применении ржавой шихты.

Износ кислой футеровки при использовании ржавой шихты и легковесных отходов повышается более чем в 3 раза [3].

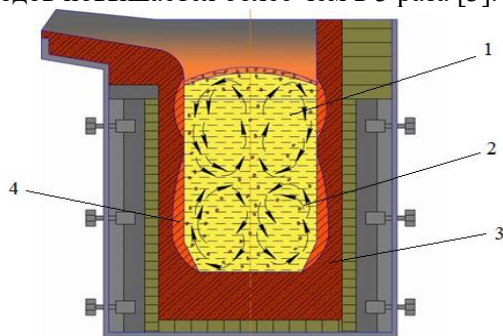


Рис 2. Схема износа футеровки индукционной печи

1-жидкий чугун; 2-шлак; 3-тигель; 4-размываемые участки кислой футеровки.

При плавке в индукционных печах высокой частоты движение металла меньше, износ футеровки равномерный (рис 2).

Для увеличения стойкости кислой футеровки необходимо вводит в ванну совместно с графитом силикокальций. Это в 1,5 раза снижает расход на футеровку печи за счет улучшения консистенции шлака. Значительный износ футеровки приводит к сокращению времени работы индукционной печи, возрастают ремонтные работы, и приводит к снижению эффективности производства.

Обсуждение. В целом анализируя плавку чугуна в индукционных печах можно отметить, что механические свойства чугуна существенно отличаются от свойств отливок из вагранки в пределах одного и того же химического состава.

Этот факт объясняется различием в условиях плавки и применяемых шихтовых материалов, а также существенным влиянием на кристаллизацию чугунов характером зародышевой фазы, образующейся в расплаве [20]. Вполне очевидно, что при использовании в шихте большого количества стальных отходов и высоком перегреве чугуна существенно изменяется состав зародышевой фазы и уменьшается число центров графитизации. Эти факторы наряду с меньшим содержанием примесей в чугуне (газов окислов и т.д.), обуславливают изменение механических свойств отливок и способствуют повышению склонности чугуна к усадочным дефектам. Вместе с тем, при сочетании высокого перегрева и искусственного науглероживания со специальной обработкой можно создать также условия кристаллизации, при которых прочность чугуна может достигать высоких значений.

Таким образом по результатам исследований особенностей плавки чугуна в

индукционных печах с преобладанием в шихте легковесных отходов установлено следующее:

1. Перевод на плавку в индукционных печах приводит к улучшению показателей плавильных агрегатов. Важным достоинством в индукционных печах является также резкое сокращение воздушного бассейна отходящими газами, особенно в тех случаях, когда промышленные предприятия находятся в черте города.

2. Плавка чугуна в индукционных печах позволяет использовать разнообразную шихту, в том числе дешевую шихту для снижения в итоге доли доменных чугунов и себестоимости отливок.

3. Исследование и разработка способа добавки в шихту индукционной печи легковесных отходов, разработка методов их

переработки позволяет получать качественные чугуны соответствующие ГОСТу на отливки.

4. Разработанная технология использования легковесных отходов путем разработки оптимальной технологии переработки, увеличивает ее плотность до 60 кг/мм, близкой к плотности кускового чугуна, несколько увеличивающие затраты, но позволяющие использовать отходы по месту образования на машиностроительном заводе.

5. При проведении экспериментов получены результаты по снижению угара при добавлении в шихту 30-40% легковесных отходов и стружки.

6. Разработана технология использования кислой футеровки стойкой вредному воздействию расплава и шлака.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лузгин В.И., Петров А.Ю., Файрман Л.И. Индукционные печи средней частоты нового поколения. Черные металлы. 2006 с. -14-25.
2. Переработка стружки черных металлов С.Л. Ровин и другие. Литье и металлургия №4 (89), 2007 г.
3. А.Волков, А.П. Мельников, А.Д. Волков, А.С. Глемаздин, М.Л. Герман, Э.А. Стеолова. Исследование и оптимизация технологии переплава чугунной стружки в индукционных печах.
4. Method of production nodular car cast iron from melted iron containing Sulphur (Плавка чугуна в индукционных печах 9-7-2, 1970г.)

Kalitso'zlar: Induksion pech, vanna, tigel, shixta, futerovka, strujka, briketlash, shlak, flyuslar, yengil vaznli chiqindilar.

Maqolada sanoat va yuqori chastotali induksion pechlarida cho'yan suyuqlantirish xususiyatlari tahlil qilinadi. Shixtada qirindilardan foydalanish, elementlarning chiqindisi va induksion pechlarda cho'yan shixtaga qirindi qo'shib suyuqlantirishning optimal texnologiyasi va cho'yan tannarxini pasaytirish masalalari o'rganilmoqda.

Ключевые слова: индукционная печь, ванна, тигель, шихта, футеровка, стружка, брикетирование, шлак, флюсы, легковесные отходы.

В статье анализируются особенности плавки чугуна в индукционных печах промышленной и высокой частоты. Изучается вопрос использовании стружки в шихте, угар элементов и оптимальная технология плавки чугуна в индукционных печах при добавлении в шихту стружки и снижения себестоимости чугунов.

Keywords: Induction furnace, bath, crucible, charge, lining, chips, briquetting, slag, fluxes, lightweight waste.

The article analyzes the features of melting cast iron in induction furnaces of industrial and high frequency. The question of the use of chips in the charge, the carbon monoxide of the elements and the optimal technology of melting cast iron in induction furnaces when adding chips to the charge and reducing the cost of cast iron is being studied.

Расулов Саидаббос

Асаметдинович

Туляганов Эдуард Хакимович

Абдуллаев Фаррухжон

Комилжон ўғли

Сайдходжаева Шохиста

Нуритдиновна

Брагина Вера Петровна

- профессор Ташкентского государственного технического университета

- доцент Ташкентского государственного технического университета

- докторант Ташкентского государственного технического университета

- доцент Ташкентского государственного технического университета

- доцент Ташкентского государственного технического университета

С.А. Расулов, Э.Х. Туляганов, Ф.К. Абдуллаев, Ш.Н. Саидходжаева, В.П. Брагина. Особенности технологии плавки чугуна в индукционных электропечах.....	92
Ш.Ш. Ахмадалиев, Н.М. Ризаева, С.Х. Райимкулов, М.А. Фоменко, К.А. Хасанов. Шарошка деталени сиқиб чиқариш технологиясини ишлаб чиқиш.....	96
С.А. Расулов, Э.Х. Туляганов, А.Н. Тураев, Ш.Н. Саидходжаева, В.П. Брагина, Ф.К. Абдуллаев. Технология переплава стружки электрошлаковым способом.....	98
N.B. Xujakulov, F.M. Maxmudova, N.R. Nasirova. Yuqori marganesli yeyilishga bardoshli po'lat tarkibini takomillashtirishning nazariy asoslari.....	101
А.С. Хасанов, У.Х. Эшонкулов, А.А. Равшанов. Технология восстановительного обжига в кипящем слое железного концентрата.....	104
А.С. Хасанов, У.Х. Эшонкулов, А.А. Равшанов. Улучшение показателей процесса получения порошкообразного железа, как осадителя при комбинированном процессе обогащения медных окисленных руд....	110
Ш.А. Бозорбоев, Н.О. Умирова, К.С. Негматова, Ж.Н. Негматов, Б.И. Хатамкулов. Исследование и разработка способа измельчения и получения тонкодисперсных волластонитовых порошков с высокой удельной поверхностью.....	116
С.С. Негматов, У.К. Кучкаров, К.С. Негматова, Д.С. Шодмонов, Х.Ю. Рахимов, С.У. Султонов, Э.Н. Юсупходжаева, З.А. Мирзаев. Разработка оптимальных составов композиционных химических реагентов, полученных на основе местного сырья и отходов производств, снижающих коррозионность насосно-компрессорных труб (НКТ) и механизмов машин в нефтегазовой промышленности и автомобильной отрасли.....	118
С.С. Негматов, У.К. Кучкаров, С.У. Султонов, К.С. Негматова, Д.С. Шодмонов, Х.Ю. Рахимов, С.П. Абдурахманова, З.А. Мирзаев. Разработка композиции для антикоррозионных покрытий, позволяющих защитить рабочих органов машин и механизмов и трубопроводы от кислотной коррозии.....	121
С.С. Негматов, Х.Ю. Рахимов, К.С. Негматова, Ж.Н. Негматов, З.Т. Карабаева, О.А. Аминжонов. Разработка композиционного химического реагента - эмульгатора для гидрофобных нефтеэмульсионных буровых растворов..	122
T.R. Yuldashev, B.Z. Adizov. Tabiiy gazni nordon komponentlardan tozalashda ko'pik hosil bo'lish muammolar va uni yechish yo'llari.....	125
Н.Х. Бозорова, Ж.Б. Ражабов, П.Ж. Исокулов, Э.Р. Тураев. Способы обработки полимеров наполнителями для снижения их горючести.....	128
A. Hasanov, S. Negmatov, Sh. Munosibov, Sh. Hojiyev. Oltingugurt dioksidini ishqoriy eritmaga absorbsiyalash jarayonlarining asosiy texnologik parametrlarini aniqlash.....	130
А.С. Хасанов, Ш.Н. Туробов. Вовлечение в производство отработанных катализаторов сернокислотной промышленности.....	134
С.С. Негматов, К.С. Негматова, Ю.К. Рахимов, Д.Н. Раупова, Х.Ю. Рахимов, Д.Х. Мусабеков. Обезвоживание и обессоливание водонефтяных эмульсий с применением разработанного композиционного химического деэмульгатора на основе местного сырья.....	137
А.А. Саидахмедов, А.С. Хасанов. Мис эритиш печлари чанглари таркибидан олтин ва кумушни ажратиш олиш усуллари тадқиқ қилиш.....	141
Ш.А. Бозорбоев, Н.О. Умирова, Б.И. Хатамкулов, К.С. Негматова, Ж.Н. Негматов. Разработка рецептур и исследование технико-эксплуатационных свойств поливинилхлоридных линолеумов с использованием тонкодисперсных волластонитовых наполнителей.....	145
4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов	
А.А. Юсупов, Б.К. Абдуллаев, Д.С. Фазилов, Ф.А. Абдукаримова. Порошковые материалы, используемые в газопламенных покрытиях.....	147
З.Э. Мусабеков, Ж.Р. Мирзаабдуллаев, Б.З. Эргашев, А.И. Янгибоев. Упрочнение, нанесение покрытий на валобразные детали в машиностроении и модификация материалов.....	150
А.О. Қобилов, У.С. Юсупов, О.Н. Усманкулов. Иккиламчи хом ашёлардан рангли ва қимматбаҳо металлари ажратиш олиш технологиясини ишлаб чиқиш.....	154
Ж.К. Мухамедов, С.М. Турабджанов, К.Г. Мухамедов, Н.К. Насирова. Применение флокулянтов серии «ФЭАП» для флокуляционной очистки сточных вод промышленных предприятий.....	157
Z.E. Musabekov, J.O. Hakimov, B.A. Ochilov, A.X. Muratov. Dvigatelining ekologik ko'rsatkichlarini hamda motor yoqilg'isini xazarli komponentlar yaxshilanishiga mexatron boshqaruv tizimini bog'liqligi.....	163
T. Umarov, M.Z. Turonov, S.B. Normatov. Mashina detallariga ishlov berishda qattiq qotishmali parmalardan foydalanishdagi ishlash samaradorligini ta'minlash.....	166
А.А. Фатхуллин. Наплавка сплавов для молотка-била углеразмольных мельниц с целью повышения устойчивости к ударно-абразивному износу.....	169
Б.Р. Шамансуров, Н.А. Игамкулова, Ш.Ш. Менглиев, С.Ф. Қосимов, О.О. Қодиров. Антиоксидант для турбинного масла на основе местного сырья.....	172
Л.А. Юсупова, С.Э. Нурманов, С.Ф. Қосимов, О.О. Қодиров, Ш.Ш. Валиева. Ацетилен асосида ингибиторлар ишлаб чиқариш.....	175
З.А. Икрамова, Н.Т. Алимходжаева, Г.Г. Сулайманова. Применение эффективных заменителей полевошпатовых материалов в керамической промышленности.....	178
А.М. Эминов, Ю.К. Жуманов, З.Р. Қодирова, З.Т. Хакимов, М.Ю. Юсуфжанов. Ўзбекистон дала шпати минераллари ва улардан саноатда фойдаланиш истикболлари.....	180