

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПРИРОДНОГО КАМНЯ

Горобец И.А., Михайлов А.Н., Голубов Н.В. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина,)

The Ukraine possesses the enormous spare natural stone. However equipment used for his processing needs for improvement. Results of the experimental studies of the processes of the processing natural stone are brought In article. It Was Researched capacity of the processing polishing circle traditional form and changed to geometries.

Одним из природных богатств Украины являются залежи ценных сортов декоративного камня (гранита, лабрадорита, габбро) — часть Украинского кристаллического щита (пролегает на 1000 км с северо-запада от реки Горынь на юго-восток до побережья Азовского моря), который занимает 40% территории страны [1]. В настоящее время разведано более сотни месторождений, суммарные запасы которых оцениваются примерно в 250 млн. кубометров декоративного камня (табл. 1). Это подземное богатство стоит оценивается в 165 трлн. гривен.

Таблица 1. Запасы декоративного камня в Украине

Вид камня	Количество месторождений	Утвержденные запасы, млн. м ³	Количество разрабатываемых месторождений	Запасы разрабатываемых месторождений, млн. м ³
Гранит	57	155	37	98
Лабрадорит	29	42	23	37
Габбро	40	34	33	29
Песчаник	7	10	5	8
Мрамор	1	0.06	1	0.06

У многих украинских камней (например, лабрадоритов) нет конкурентов за рубежом. Они красивы, исключительно прочны и морозостойки. Но внутренний рынок не готов поглотить производимую из камня продукцию, поэтому подавляющее большинство карьеров и камнеобрабатывающих фабрик работают на экспорт. Объемы международного рынка камня за последние десять лет выросли в 13 раз и достигли 65 млрд долларов. Мировое производство камня росло на 5% ежегодно, а спрос на него увеличивался за тот же срок на 8%. В прошлом году за рубеж было поставлено 60 тыс. тонн украинского декоративного камня. Специалисты украинского Государственного геммологического центра прогнозируют, что рынок мог бы потребить и вшестеро больше украинских декоративных камней [1].

Половина вывезенного камня — это сырьевые блоки, продукт с минимальной добавленной стоимостью. Граниты, лабрадориты и габбро обрабатываются уже за границей, и основную прибыль на них получают иностранные камнепереработчики. Растет также импорт декоративного камня и изделий из него — он в прошлом году увеличился в три с половиной раза. Дешевый китайский гранит (по цене восемь долларов за квадратный метр плитки, из них пять долларов — транспортные расходы) теснит прочные и красивые украинские камни даже на внутреннем рынке. Чтобы побороться за долю мирового рынка, украинским игрокам необходимо провести укрупнение карьеров и переоснастить камнеобрабатывающие предприятия [1]. В связи

с этим актуальной является проблема повышения производительности процессов обработки природного камня.

Одним из направлений на этом пути является поиск рациональной формы режущей кромки алмазных шлифовальных кругов, которые являются основным инструментом при обработке изделий из природного камня. Была разработана методика проведения натурных экспериментальных исследований [2], создана модель процесса шлифования природного камня, позволившая оценить влияние формы режущей кромки алмазных шлифовальных кругов на производительность обработки [3], подготовлен комплекс измерительных устройств.

Целью экспериментальных исследований является проверка результатов теоретических исследований процесса шлифования изделий из камня.

В соответствии с поставленными задачами в качестве измеряемых и контролируемых величин приняты:

- Входные величины: режимы резания, характеризующиеся скоростью главного движения V , скоростью подачи V_m , давлением инструмента P_o .

- Выходные величины: составляющие усилия резания P_x , P_z , величина съема материала h .

Изменение производительность определялось по изменению величины съема материала h .

Экспериментальная установка состоит из основного технологического оборудования, измерительных приборов и оснастки, а также вспомогательных устройств, рис.1 [4].

Реализация торцевого плоского шлифования осуществляется на модернизированном вертикально-фрезерном станке 6М13П.

Модернизация станка заключалась в установке на конец шпинделя специальной головки для крепления торцевого шлифовального инструмента АГШЧ Д160мм АС50 125/100 М6-14, 50% и подачи СОТС через центральное отверстие шлифовального круга.



Рис. 1. Вид экспериментальной установки

В качестве инструмента для шлифования гранита использовали круги алмазные шлифовальные АГШГ Д160 мм АС50 400/315 М6-14.50% ТУ 88 Украина 90. 513-81

производства ИСМ НАНУ. Один из кругов имел базовую форму (рис 1.а), другой был заправлен в соответствии с параметрами, полученными в результате моделирования (рис 2.б).

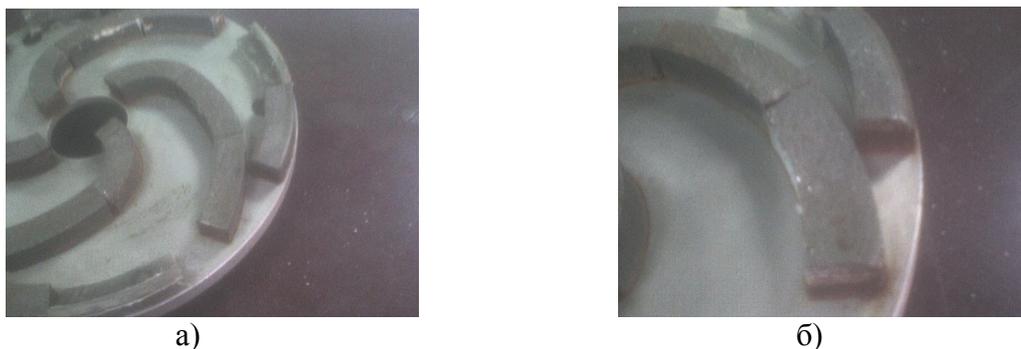


Рис. 2. Абразивные круги
(а – базовой геометрии; б – измеренной геометрии)

В качестве заготовок при проведении экспериментальных исследований принят гранит, как один из наиболее трудный в обработке материал. В соответствии с планом проведения экспериментальных исследований, для представительности выборки генеральной статистической совокупности, было принято две разновидности материала заготовки (рис.3):

1. Гранит Капустинского месторождения (прочность при сжатии $180\text{--}210$ МПа, плотность $2,69\text{--}2,73$ г/см³);

2. Гранит Янцевского месторождения (прочность при сжатии 210 МПа, плотность $2,62\text{--}2,82$ г/см³).

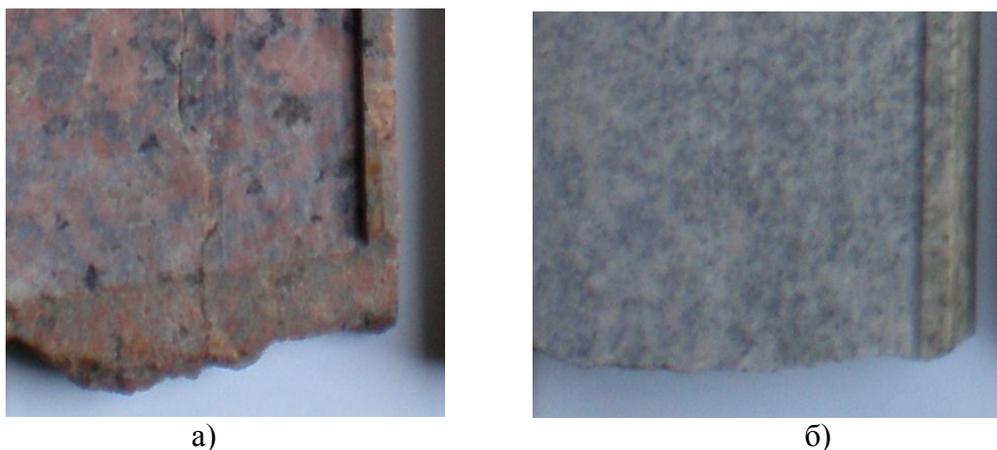


Рис. 3. Образцы гранитных заготовок, используемых при проведении исследований (а - Капустинского месторождения; б - Янцевского месторождения)

Для проведения точных тензометрических исследований характера и величины динамически изменяющихся усилий резания был спроектирован специальный тензометрический стол, который представляет собой четыре С-образных тензометрических датчика силы 1, установленных на основании 2 и жестко связанных с плитой 3, рис.4, 5. Между основанием 2 и плитой 3 установлено специальное устройство 4 для измерения податливости конструкции тензометрического стола [4]. На плите 3 закреплена заготовка 5, обрабатываемая шлифовальным кругом 4.

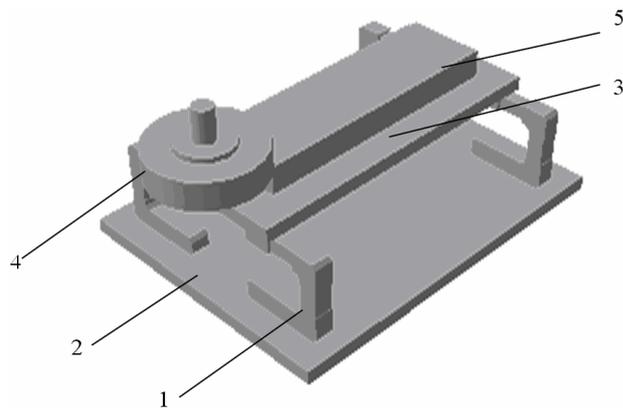


Рис. 4. Схема конструкции тензометрического стола



Рис. 5. Вид тензометрического стола с С-образными датчиками силы

Сигнал, снимаемый с тензорезисторов датчиков тензометрического стола 1, подается на тензометрический усилитель (ТА-5) 2, далее на аналого-цифровое устройство (АСД-16) 4, рис.6. После усиления сигнала и преобразования его в цифровой вид, данные о величине измеряемых усилий возникающих при обработке заготовки передаются на персональный компьютер 3. В персональном компьютере производится необходимая статистическая обработка и хранение результатов данных о силах резания системы при реализации технологического процесса обработки заготовки шлифованием.

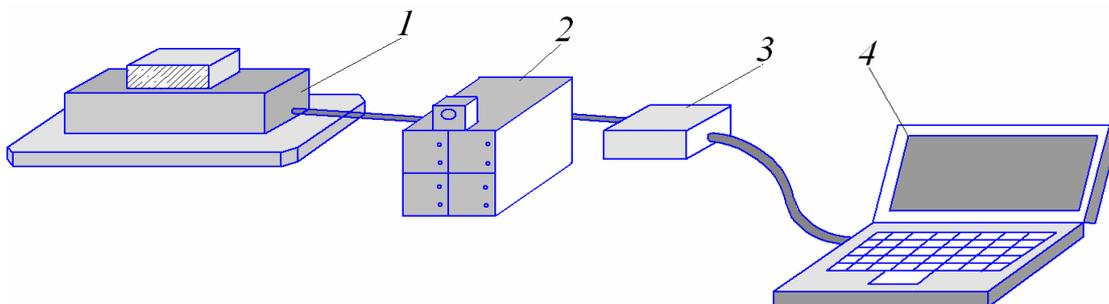


Рис. 6. Схема измерений

Для определения величины съема материала было разработано специальное устройство, позволяющее производить измерения непосредственно на столе станка. Устройство представляет собой контрольную линейку, по которой перемещается

ползун с индикатором часового типа ИЧ10 кл.1 ГОСТ 577-68, цена деления индикатора 0,01 мм [4]. Линейка оснащена базирующими планками со сменным расстоянием, которые устанавливаются на необрабатываемую поверхность заготовки (рис.7). Для этого ширина обрабатываемой в ходе эксперимента заготовки должна превышать диаметр шлифовального круга.



Рис. 7. Устройство для измерения величины съема материала

В соответствии с поставленной перед экспериментальными исследованиями целью, рассматривалось влияние скорости шлифования и подачи на производительность шлифования. Для каждого образца гранита и шлифовального круга проводился полный факторный эксперимент 2^2 . В качестве факторов приняты Скорость шлифования (частота вращения шлифовального круга) и скорость подачи заготовки.

В качестве уровней варьирования факторов (табл 2), приняты:

- x_1 частота вращения шпинделя, 1000 и 1600 об/мин;
- x_2 подача, 400 и 800 мм/мин.

В качестве откликов системы приняты: величина съема материала h , усилия прижима P_o и подачи P_x .

Таблица 2. Уровни варьирования факторов

Уровень	x_1	x_2
Верхний (+)	1600	800
Нижний (-)	1000	400

Усилие прижима P_o для всех экспериментов принималось равным 1400 Н.

Перед проведением каждой точки плана эксперимента производилось измерение высоты площадки шлифования в девяти точках. Для проведения экспериментов была выполнена рандомизация точек проведения эксперимента. Для каждой точки факторного пространства выполнялось по три параллельных опыта (табл. 3).

Таблица 3. Матрица планирования эксперимента для определения влияния режимов на производительность шлифования

№ п/п	x_1	x_2
1	+	-
2	-	+
3	+	+
4	-	-

В процессе шлифования заготовки осуществлялось два полных рабочих хода инструмента с продольной подачей. Фрагменты осциллограмм с силами шлифования приведены на рис. 8-11

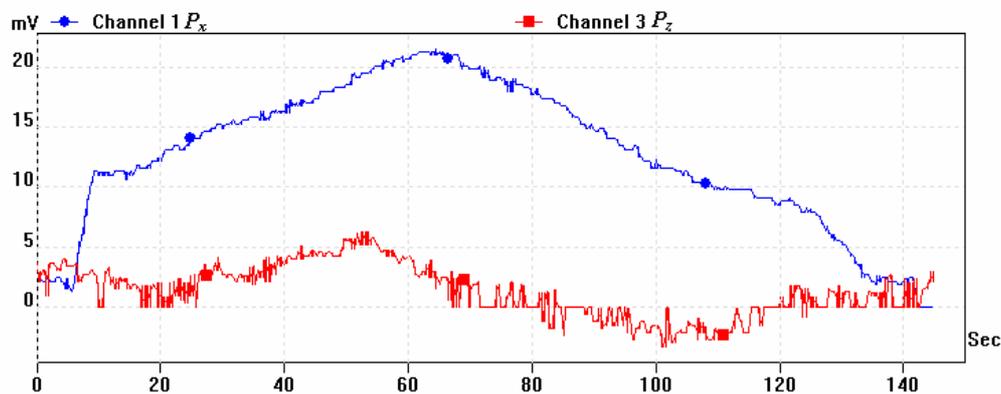


Рис. 8. Фрагмент осциллограммы сил P_x и P_z действующих на заготовку при шлифовании гранита Капустинского месторождения базовым кругом ($n=1600$ об/мин, $s=400$ мм/мин)

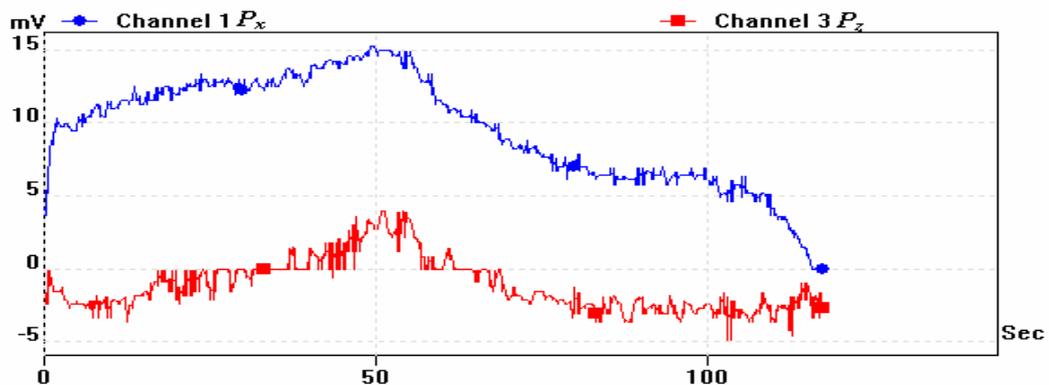


Рис. 9. Фрагмент осциллограммы сил P_x и P_z действующих на заготовку при шлифовании гранита Капустинского месторождения кругом измененной геометрии ($n=1600$ об/мин, $s=400$ мм/мин).

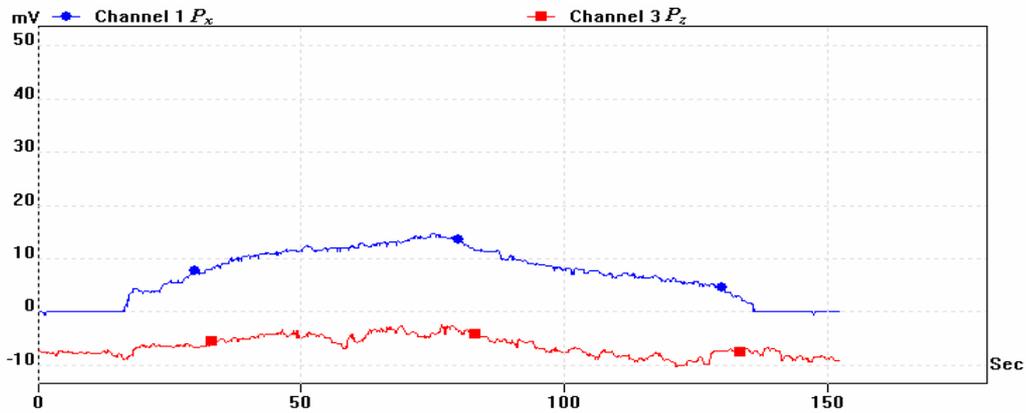


Рис. 10. Фрагмент осциллограммы сил P_x и P_z действующих на заготовку при шлифовании гранита Янцевского месторождения базовым кругом ($n=1600$ об/мин, $s=400$ мм/мин)

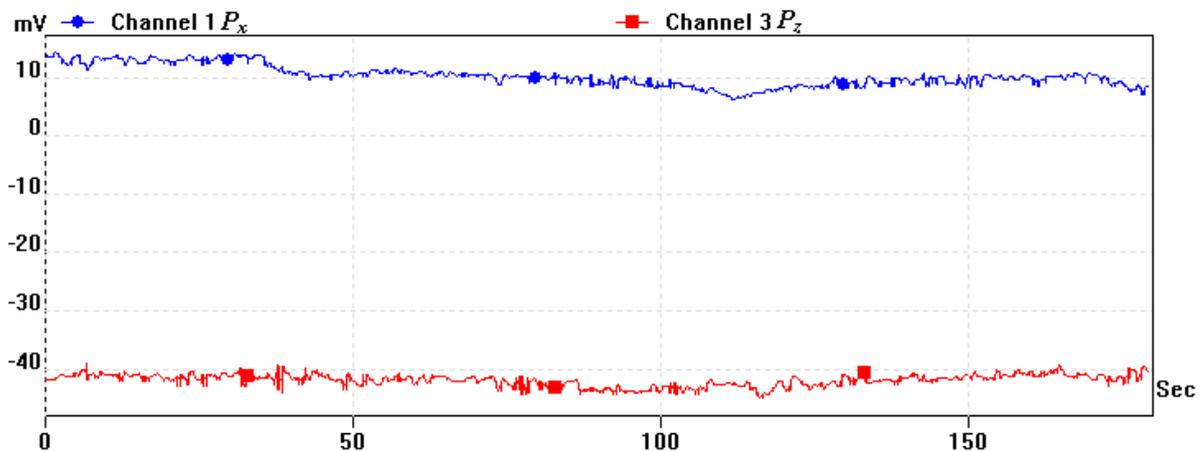


Рис. 11. Фрагмент осциллограммы сил P_x и P_z действующих на заготовку при шлифовании гранита Янцевского месторождения кругом измененной геометрии ($n=1600$ об/мин, $s=400$ мм/мин)

Анализ фрагментов осциллограмм позволяет сделать следующие выводы:

1. При шлифовании гранита Капустинского месторождения усилия P_x и P_z , при шлифовании обоими кругами, по величине практически не отличаются.
2. При шлифовании гранита Янцевского месторождения усилия P_x и P_z при шлифовании кругами измененной геометрии меньше по величине и неравномерности чем при шлифовании кругами базовой геометрии.
3. При изменении направления подачи круга (рис. 8 на 60 сек, рис. 9 на 50 сек, рис.10 на 70 сек, рис.11 на 70 сек), происходит падение величины сил резания. Это характеризует отсутствие съема материала на обратном ходу инструмента.

По окончании обработки измерялся съем материала по 9 точкам с поверхности заготовки.

Результаты измерений величины съема материала заготовки приведены в табл. 4 и 5.

Таблица 4. Результаты измерения съема материала при шлифовании гранита Капустинского месторождения

№ точки эксперимента	№ опыта	x ₁	x ₂	Съем, мм			
				базовый круг		измененной геометрии	
				y _j	\bar{y}_j	y _j	\bar{y}_j
1	1	+	-	0,25	0,177	0,35	0,353
	2	+	-	0,118		0,422	
	3	+	-	0,162		0,287	
2	1	-	+	0,013	0,017	0,017	0,027
	2	-	+	0,024		0,031	
	3	-	+	0,015		0,035	
3	1	+	+	0,2	0,23	0,29	0,317
	2	+	+	0,31		0,382	
	3	+	+	0,18		0,28	
4	1	-	-	0,037	0,063	0,263	0,217
	2	-	-	0,087		0,12	
	3	-	-	0,065		0,267	

Таблица 5. Результаты измерения съема материала при шлифовании гранита Янцевского месторождения

№ точки эксперимента	№ опыта	x ₁	x ₂	Съем, мм			
				базовый круг		измененной геометрии	
				y _j	\bar{y}_j	y _j	\bar{y}_j
1	1	+	-	0,099	0,113	0,28	0,217
	2	+	-	0,13		0,185	
	3	+	-	0,11		0,186	
2	1	-	+	0,063	0,044	0,129	0,072
	2	-	+	0,039		0,046	
	3	-	+	0,029		0,042	
3	1	+	+	0,058	0,073	0,056	0,084
	2	+	+	0,089		0,097	
	3	+	+	0,072		0,1	
4	1	-	-	0,079	0,065	0,13	0,089
	2	-	-	0,055		0,058	
	3	-	-	0,061		0,079	

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Шлифование кругами измененной геометрии позволяет существенно повысить производительность обработки.
2. Большая производительность была достигнута при шлифовании гранита Капустинского месторождения, что объясняется его меньшей прочностью.
3. Наибольшее увеличение съема (344%) было достигнуто при шлифовании гранита Капустинского месторождения шлифовании кругами измененной геометрии при подаче инструмента $s=400$ мм/мин и частоте вращения шпинделя $n=1000$ об/мин.
4. Наименьшее увеличение съема (115%) было достигнуто при шлифовании

гранита Янцевского месторождения шлифовании кругами измененной геометрии при подаче инструмента $s=800$ мм/мин и частоте вращения шпинделя $n=1600$ об/мин (1 точка эксперимента (табл. 5)).

5. Наибольший съем материала 0,363 мм/дв.ход был достигнут при шлифовании гранита Капустинского месторождения шлифовании кругами измененной геометрии при подаче инструмента $s=400$ мм/мин и частоте вращения шпинделя $n=1600$ об/мин.

6. Наименьший съем материала 0,017 мм/дв.ход был достигнут при шлифовании гранита Капустинского месторождения шлифовании кругами базовой геометрии при подаче инструмента $s=800$ мм/мин и частоте вращения шпинделя $n=1000$ об/мин.

По результатам полученных из эксперимента данных построены графики зависимости съема материала от режимов резания при обработке гранита Янцевского месторождения, рис. 12 и 13.

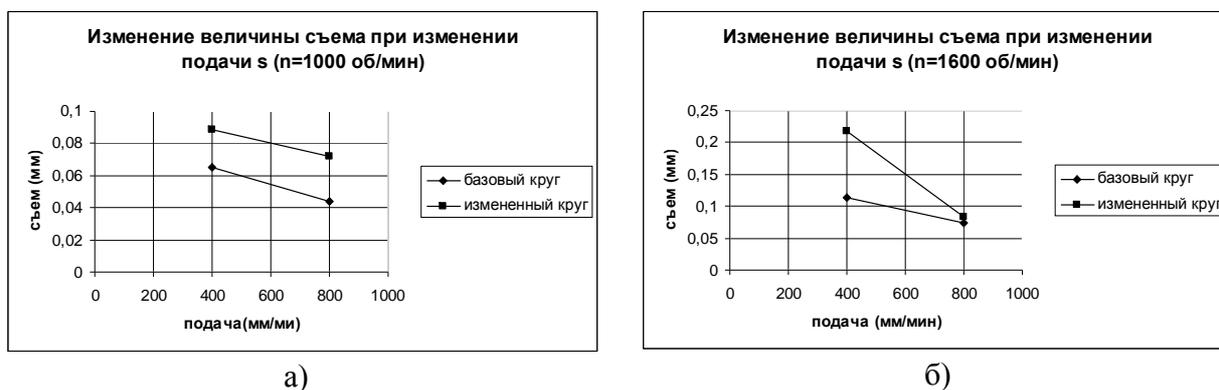


Рис.12. Изменение величины съема материала в зависимости от величины подачи (а - $n=1000$ об/мин, б - $n=1600$ об/мин)

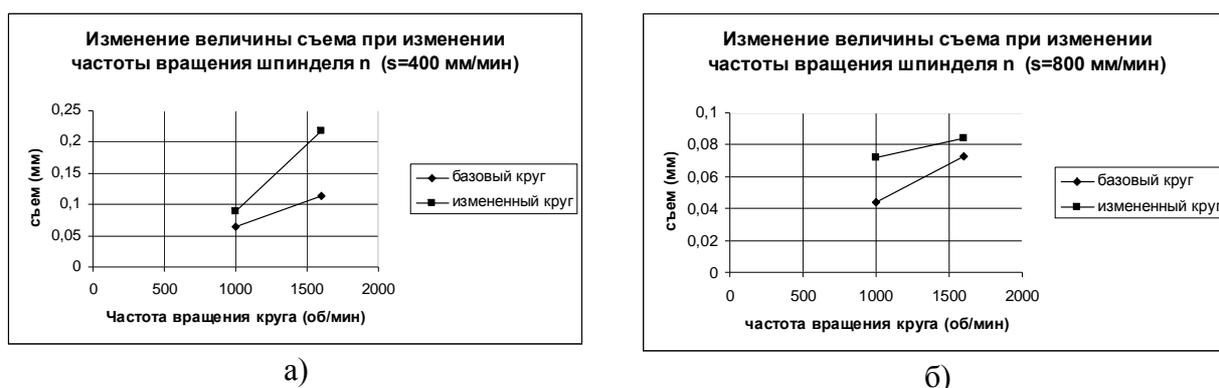


Рис. 13. Изменение величины съема материала в зависимости от величины частоты вращения круга (а - $s=400$ мм/мин, б - $s=800$ мм/мин)

Из анализа характера графиков можно заключить, что с увеличением подачи съем материала для обоих кругов уменьшается, а с увеличением частоты вращения - увеличивается.

Проведенные исследования позволили подтвердить предположение, что только за счет изменения формы режущей кромки шлифовального круга можно существенно (от 115% до 340%) повысить съем материала при шлифовании изделий из природного камня.

Список литературы: 1. Шитикова Н. Золотая гранитная жила. - Украинский бизнес / ЭКСПЕРТ №41 (137) 22 октября 2007 (<http://expert.ua/articles/16/0/4563/>) 2. Горобец И.А., Михайлов А.Н., Голубов Н.В. Особенности экспериментальных исследований сил шлифования природного камня. /Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2004. Вып. 28. С. 39 – 46. 3. Горобец И.А., Михайлов А.Н. Исследование геометрических параметров периферии шлифовального круга для обработки природного камня// [Электронный ресурс] // Донбасс 2020: Материалы научно-практической конференции 30-31 мая 2006 г., г.Донецк. – Донецк: ДонНТУ, 2006. С. 363-368, электрон. опт. диск (CD-ROM). 4. Михайлов А.Н., Горобец И.А., Байков А.В., Голубов Н.В., Ищенко А.Л. Экспериментальная установка для исследования процессов шлифования изделий из природного камня /Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Машинобудування і машинознавство. Вып. 92. – Донецк: ДонНТУ, 2005. С. 164 – 174.

Сдано в редакцию 25.01.08

ВІДБІЛЕНІ СПЕЦІАЛЬНІ ТЕРМІТНІ ЧАВУНИ

Жигуц Ю.Ю. (УжНУ, м. Ужгород, Україна)

The given paper deals with the problems of the synthesis of cast iron by metallothermy synthesis. On the basis of investigated method of calculations structures of charges have been arranged and cast iron has been synthesized further. Peculiarities metallothermic smelting were found, mechanical properties and structure of received cast iron were investigated, assimilation coefficients of alloying elements were stated and different technologies for cast iron receiving were worked out.

Вступ. Важливою проблемою для сучасного виробництва є не тільки створення нових матеріалів та покращення властивостей традиційних, але і забезпечення запасними частинами та інструментом немасового використання потреба самозабезпечення якими виникає на невеликих підприємствах і у майстернях, де немає відповідної бази.

Актуальність теми. Детальне вивчення питання дає можливість вважати, що перераховані вище проблеми можуть успішно вирішуватись за рахунок використання матеріалів, отриманих способом спалювання екзотермічних порошкових сумішей. Саме тому, дослідження впливу металотермічних способів отримання сплаву на мікроструктуру, хімічний склад, механічні властивості виготовлених виливків набули великого практичного значення. При відсутності енергетичної та сировинної бази, спеціального плавильного і ливарного обладнання технологічні процеси створення матеріалів на основі металотермічних реакцій стають економічно доцільними, а використання їх у вже існуючих методах виготовлення виливків, наприклад у технології отримання чавунних виливків з термітними ливарними додатками, суттєво підвищують ефективність виробництва.

Мета роботи – встановлення можливості отримувати якісні відбілені спеціальні термітні чавуни металотермічним способом, а також виявлення взаємозв'язків між хімічним складом, структурою і механічними властивостями синтезованих термітних сплавів.