

УДК 622.788: 669.162

Ф.М. ЖУРАВЛЕВ, канд. техн. наук, доц., В.П. ЛЯЛЮК, д-р техн. наук, проф.,  
Д.А. КАССИМ, И.А. ЛЯХОВА, кандидаты. техн. наук, доц., Е.В. ЧУПРИНОВ, ассистент  
Криворожский металлургический институт, ГВУЗ “Криворожский национальный университет”

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОФЛЮСОВАННОГО ОКУСКОВАННОГО МАТЕРИАЛА С ОСТАТОЧНЫМ УГЛЕРОДОМ ДЛЯ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ

Проведенные лабораторные испытания позволили отработать и выбрать оптимальные технологические параметры получения сырых окатышей с высокой и низкой температурами плавления, главной особенностью которых является наличие закатанного внутрь высокотемпературных окатышей твердого топлива. Анализ характеристик полученных железорудных материалов свидетельствует об их соответствии всем требованиям для дальнейшей термообработки. Разработаны режимы получения сырых окатышей с высокой температурой плавления и закатанным внутрь антрацитом и термообработки (нагрева, обжига и охлаждения) смеси окатышей с низкой и высокой температурами плавления, позволяющие получать офлюсованные локальные спеки с максимальным количеством остаточного углерода в готовом продукте. Показано, что увеличение скорости нагрева окатышей после сушки со 100 до 500°C/мин., а скорости охлаждения спеков со 100 до 600 °C/мин. позволяет повысить содержание остаточного углерода в спеках с 0,4 % до 2,1-2,5 %. Сравнение технологических характеристик полученных офлюсованных локальных спеков с остаточным углеродом, агломерата и окисленных обожженных окатышей показало, что разработанный окускованный железосодержащий материал не только соответствует требованиям для доменной плавки, но и обладает лучшими металлургическими характеристиками.

**Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями.** Традиционные способы совершенствования технологии доменной плавки для повышения производительности печи и снижения удельного расхода кокса в значительной степени исчерпаны. В их числе наиболее значимые: улучшение комплекса металлургических характеристик окускованного железорудного сырья (агломерата и окатышей), использование добавок к дутью (природный и коксовый газы, мазут, кислород), замена части кокса кусковым антрацитом и пылеугольным топливом, нагрев дутья до максимальной температуры и пр.

**Анализ исследований и публикаций.** Наиболее перспективными и до конца не исчерпанными способами, на наш взгляд, являются: улучшение комплекса металлургических характеристик окускованного железорудного сырья до показателей, согласно современных требований доменной плавки и создание окускованного продукта, имеющего в своем составе определенное количество недефицитного твердого топлива. Причем, непременным условием создания такого окускованного материала, при улучшении его металлургических характеристик, должна быть возможность минимального усложнения и удорожания существующей промышленной технологии и оборудования в производстве этого окускованного материала [1,2].

Каждое из традиционных видов окускованного железорудного материала (кусовая руда, агломерат, окатыши) обладают рядом положительных и отрицательных металлургических характеристик, с точки зрения требований доменной плавки. Поэтому разработаны ряд технологий производства полностью офлюсованного окускованного железорудного материала, обладающего положительными характеристиками традиционных окускованных материалов, не имеющих их отрицательных характеристик и соответствующих современным требованиям доменной плавки [3-5].

Основной затратной статьей в себестоимости выплавки чугуна в доменных печах является удельный расход кокса [6]. В настоящее время используются технологии частичной (в большей или меньшей степени) замены металлургического кокса в доменной плавке другими видами менее дефицитных и менее дорогостоящих (твердых, жидких и газообразных) топлив. Основными требованиями к этим топливам являются: максимально возможное содержание полезных и минимальное - вредных элементов, а также минимальное влияние на газопроницаемость столба шихты в печи при их использовании. К числу таких технологий относятся: ввод в шихту доменной плавки кускового антрацита, вдувание в доменную печь пылеугольного топлива, природного и коксового газов, а также мазута [7].

Разработаны также технологии получения окускованных железорудных материалов (агломерат и окатыши), содержащих в своем составе остаточный углерод из введенного и не сго-

ревшего в них твердого топлива [8-13]. Проводились опытные плавки с использованием этих материалов в доменной шихте [14].

**Постановка задания.** Цель исследования - отработка режимов получения офлюсованных локальных спеков с остаточным углеродом, обладающих лучшими металлургическими характеристиками по сравнению с агломератом и обожженными окатышами.

**Изложение материала и результаты.** Каждая из отмеченных выше технологий имеет свои преимущества и недостатки как в подготовке топлива к вводу в доменную печь, так и в его влиянии на технико-экономические показатели доменной плавки. Несомненным преимуществом окускованного железорудного материала с остаточным углеродом является то, что в процессе его термоупрочнения он предварительно частично восстанавливается изнутри за счет газификации закатанного внутрь углерода твердого топлива, а затем при плавке одновременно восстанавливается с поверхности восстановительными газами доменной печи и из центра куска за счет газификации остаточного углерода, что ускоряет скорость восстановления всего куска и, соответственно, производительность доменной печи.

Кроме того, исключается влияние разрушения кусков угля внутри железорудного материала при их термическом нагреве на газопроницаемость столба шихтовых материалов в доменной печи, так как уголь находится внутри агломерата или окатыша. Сложность технологий подготовки окускованного железорудного сырья с остаточным углеродом заключается в двух аспектах: сохранении максимального количества не сгоревшего твердого топлива в окислительной атмосфере при спекании агломерата и обжиге окатышей, а также при их охлаждении; неконтролируемом развитии высоких температур при сгорании твердого топлива внутри железорудного материала, приводящее к его расплавлению и нарушению технологического процесса. Разработанные технологии получения обожженных окатышей с остаточным углеродом имеют один существенный недостаток – угол естественного откоса ниже, чем у кокса и агломерата, что нарушает необходимое распределение материалов на колошнике доменной печи. Поэтому, разработана технология получения полностью офлюсованных локальных спеков с остаточным углеродом [15].

Сущность технологии заключается в следующем. В качестве твердого топлива использовался антрацит, как наименее реакционное из природных топлив. Определялась оптимальная крупность топлива, исходя из ряда технологических требований к нему: обеспечение накатывания шихты на все кусочки топлива и получение в окускованном материале после термообработки в окислительной атмосфере максимальное содержание остаточного углерода. Все выделенные фракции антрацита обрабатывались лигносульфонатом натрия по технологии [11] для придания гидрофобной поверхности антрацита гидрофильной способности.

Подготавливались две шихты для получения сырых окатышей с высокой и низкой температурами плавления согласно технологиям [3,4]. Шихта для получения сырых окатышей с высокой температурой плавления состояла из железорудного концентрата, магнийсодержащего флюса, связующей добавки, тугоплавких минералов (при необходимости) и была низкоосновной. Эта шихта смешивалась с антрацитом выделенной крупности и обработанным реагентом Шихта для получения сырых окатышей с низкой температурой плавления состояла из железорудного концентрата, известняка, связующей добавки, легкоплавких минералов (при необходимости) и была высокоосновной.

Из каждой шихты получали сырые окатыши необходимой крупности: с высокой температурой плавления - 14-20 мм, а с низкой температурой плавления - 8-14 мм. Оба вида сырых окатышей смешивались. Количество высокотемпературных и низкотемпературных окатышей в смеси и их основности обеспечивали получение всего окускованного продукта заданной основности.

Результаты отработки технологии получения сырых окатышей показали, что при одинаковой производительности чашевого окомкователя, одинаковом удельном расходе реагента для антрацита и одинаковом количестве антрацита в шихте полностью закатываются в сырые окатыши фракции антрацита крупностью 0-5 мм, 0-7 мм и 0-10 мм. Сырых же окатышей годного класса с более крупными (0-15, 0-20 и 0-25 мм) фракциями антрацита составляет только, соответственно, от 78,3 до 66,8 %. При этом, прочностные характеристики сырых окатышей с закатанным антрацитом крупностью от 0 до 10 мм аналогичны окатышам без антрацита. Сырые окатыши с закатанными более крупными фракциями антрацита (от 0 до 25 мм) имеют также более низкие прочностные показатели (табл. 1). Учитывая то, что при термоупрочнении сырых

окатышей из более крупных фракций антрацита при одинаковой степени выгорания останется большее содержание остаточного углерода в обожженных окатышей, для дальнейших испытаний использовали только антрацит крупностью 0-10 мм.

Сырые окатыши с высокой температурой плавления и закатанным внутрь них антрацитом смешивались с сырыми окатышами с низкой температурой плавления в соотношении, соответственно, 60-85 и 40-15 %, смесь загружалась слоем высотой 300 мм в обжиговую чашу и подвергалась термообработке, включающей сушку, нагрев, высокотемпературный обжиг и охлаждение. В процессе термообработки смеси окатышей изменяли скорости нагрева (от 100 до 500 °С/мин.) и охлаждения (от 100 до 600 °С/мин.). Продолжительность высокотемпературного обжига во всех опытах была постоянной (табл. 2).

Таблица 1

Характеристики получения сырых окатышей с высокой температурой плавления и закатанным внутрь твердым топливом

Показатели окомкования	Варианты испытаний							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Производительность окомкователя, т/ч	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Содержание углерода в шихте высокотемпературных окатышей, %	0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
Удельный расход реагента, кг/ т угля	0	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Крупность антрацита, мм	0	0-5	0-10	0-15	0-20	0-25	0-10	0-7
Массовая доля влаги в сырых окатышах, %	8,9	8,6	8,7	8,5	8,8	8,6	8,5	8,4
Количество годного класса (14-20 мм) в сырых окатышах, %	92,4	93,1	92,7	78,3	73,5	66,8	93,1	92,2
Количество закатанного в сырые окатыши антрацита, %	0	100	99,9	89,4	66,8	53,5	100	100
Прочность на сжатие сырых окатышей, кг/ок	1,2	1,3	1,2	1,1	1,3	1,1	1,2	1,0
Прочность на удар сырых окатышей, раз	5,8	5,6	5,9	5,4	5,7	5,6	5,2	5,8

Испытания показали, что при одинаковом содержании закатанного внутрь высокотемпературных окатышей углерода, увеличение скорости нагрева высушенных окатышей и скорости охлаждения спеков приводит к возрастанию содержания остаточного углерода в конечном продукте, причем наибольший прирост остаточного углерода в спеке с 0,4 до 2,1 % наблюдается при возрастании скоростей нагрева и охлаждения со 100 до 250-350 °С/мин.

При дальнейшем увеличении скоростей нагрева и охлаждения до 500-600 °С/мин. содержание остаточного углерода в спеках возрастает не столь значительно (до 2,5 %).

Увеличение скоростей нагрева высушенных окатышей и охлаждения спеков увеличивает также содержание железа и закиси железа в готовом продукте за счет частичного восстановления оксидов железа при газификации закатанного внутрь окатышей антрацита.

Возрастает также удельная производительность обжигового агрегата (с 0,87-0,96 т/м<sup>2</sup>·ч до 1,51-1,67 т/м<sup>2</sup>·ч) и снижаются удельные расходы энергоносителей (природного газа и электроэнергии).

Прочностные характеристики спеков с остаточным углеродом практически остаются такими же, как и спеков без остаточного углерода.

Свойства в процессе восстановительно-тепловой обработки спеков с остаточным углеродом улучшаются.

Так, прочность при восстановлении возрастает с 92,3 % до 92,8-95,4 %, а истираемость при восстановлении снижается с 4,7 % до 4,6-2,7 %.

Увеличивается при этом и степень восстановления спеков с 87,5 % до 90,2-93,8 %.

При этом угол естественного откоса спеков с остаточным углеродом (37-41 град.) аналогичен агломерату и спекам без углерода (см. табл. 2).

Исходя из приведенных данных испытанных режимов термообработки смеси высокотемпературных и низкотемпературных сырых окатышей возможен выбор оптимальных параметров для получения готового продукта - офлюсованных локальных спеков с остаточным углеродом с целью обеспечения заданных режимов доменной плавки, обеспечивающих ее максимальную производительность и минимальный удельный расход кокса.

Показатели процесса термообработки сырых окатышей при получении офлюсованных локальных спеков с остаточным углеродом

Показатели термообработки смеси сырых окатышей	Варианты испытаний							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Содержание углерода в шихте высокотемпературных окатышей, %	0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
Крупность антрацита, мм	0	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10
Массовая доля влаги в сырых окатышах, %	8,6	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
Количество годного класса в сырых окатышах, %	92,4	93,1	93,1	93,1	93,1	93,1	93,1	93,1
Количество закатанного в высокотемпературные окатыши топлива, %	0	100	100	100	100	100	100	100
Количество высоко- и низкотемпературных окатышей в смеси, %	60-85 и 40-15	60-85 и 40-15	60-85 и 40-15	60-85 и 40-15	60-85 и 40-15	60-85 и 40-15	60-85 и 40-15	60-85 и 40-15
Скорость нагрева высушенных окатышей, °С/мин.	100	100	130	180	250	350	400	500
Температура высокотемпературного обжига, °С	1250-1350	1250-1350	1250-1350	1250-1350	1250-1350	1250-1350	1250-1350	1250-1350
Продолжительность обжига, мин.	6	6	6	6	6	6	6	6
Скорость охлаждения спека до 400-700 °С, °С/мин.	100	100	120	150	200	300	400	600
Продолжительность термоупрочнения спеков*, мин.	27,6	27,6	24,0	19,3	15,8	12,7	11,3	10,1
Удельная производительность обжигового агрегата, т/м <sup>2</sup> ·ч	0,87	0,87	0,96	1,12	1,28	1,47	1,51	1,67
Удельный расход газа на термоупрочнение, м <sup>3</sup> /т	21,3	21,3	20,9	20,4	19,7	19,2	18,6	17,9
Содержание железа в спеках**, %	60,4	60,5	60,5	60,6	60,8	60,9	61,1	61,2
Содержание FeO в спеках, %	3,1	7,6	8,4	10,2	15,8	21,3	23,6	25,2
Содержание остаточного углерода в спеке, %	0	0,4	0,6	1,2	1,9	2,1	2,4	2,5
Прочность на удар спеков, %	94,3	96,1	95,4	96,2	94,4	95,9	96,3	94,1
Истираемость спеков, %	3,6	2,9	2,7	3,0	3,1	2,7	2,5	3,2
Прочность при восстановлении спеков, %	92,3	93,7	94,2	93,3	94,9	93,1	92,8	95,4
Истираемость при восстановлении, %	4,7	4,2	3,8	4,4	3,9	3,6	4,6	2,7
Степень восстановления спеков, %	87,5	87,3	92,1	93,7	93,8	90,2	92,5	91,6
Угол естественного откоса спеков, град	38	37	39	42	40	37	41	38

\* – включает только нагрев, обжиг и охлаждение спеков;

\*\* – содержание только в железосодержащей части спеков.

Сравнительные результаты испытаний определения металлургических характеристик различных окускованных материалов показали (таблица 3), что в полученных офлюсованных спеках с остаточным углеродом содержание железа выше, чем в промышленном агломерате и примерно на том же уровне, что в промышленных окатышах.

За счет частичного восстановления от газификации закатанного твердого топлива степень восстановления этого материала несколько выше, чем у ранее разработанных офлюсованных локальных спеков без остаточного углерода [1, 2].

При этом основность всех окускованных материалов практически одинакова. Гранулометрический состав более однородней чем у агломерата, а содержание мелочи (0-5 мм) ниже.

При этом прочностные характеристики исходного материала лучше чем у агломерата (прочность на удар 93,5-96,4 % против 57,4-84,5 %; а истираемость 3,6-2,5 % против 10,2-8,3 %) и практически аналогичны окатышам и спекам без углерода.

Угол естественного откоса аналогичен агломерату и коксу и выше чем у окатышей.

Свойства при восстановлении следующие: прочность при восстановлении аналогична окатышам и спекам без углерода и выше чем у агломерата, газопроницаемость и усадка слоя при восстановлении аналогична агломерату и спекам без углерода и лучше чем у окатышей, а степень восстановления выше чем у всех материалов.

Технологические показатели производства и металлургические характеристики окускованных железорудных материалов (производимых и разработанных)

Наименование показателей	Промышленный офлюсованный агломерат	Промышленные офлюсованные и неофлюсованные окатыши	Офлюсованные локальные спеки по [3, 4]	Офлюсованные локальные спеки с остаточным углеродом по [15]
Удельная производительность, т/м <sup>2</sup> ·ч	1,1-1,3*	0,9-1,2**	0,9-1,2**	1,1-1,3**
Удельный расход тепла, МДж/т	1947-2452	401-1140	418-1213	409-1190
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т	43,1-71,3	38,7-69,5	39,4-63,7	39,4-63,7
Содержание Fe <sub>общ.</sub> , %	51,2-57,6***	62,2-65,8***	63,4-64,7***	63,5-64,8***
Содержание FeO, %	9,1-15,6	1,3-2,7	2,1-3,8	7,6-25,2
Содержание SiO <sub>2</sub> , %	10,4-9,2	7,7-4,7	1,3-6,9	1,3-6,9
Содержание углерода, %	0	0	0	0,8-2,7
Основность (CaO/SiO <sub>2</sub> ) готового продукта, доли.ед.	1,2-1,8	0,1-1,25	1,25-1,5	1,25-1,5
Содержание классов, %: 60-100 мм	23,7-35,6	0	0	0
20-60 мм	55,9-34,3	0	85,3-72,4	85,9-71,8
5-20 мм	12,3-7,8	93,5-97,3	12,6-24,4	11,9-24,8
0-5 мм	8,1-20,4	4,5-2,7	2,1-3,2	2,2-3,4
Прочность в барабане, ДСТУ ISO 3271:2005, %:				
на удар (+5 мм)	84,5-57,4	92,4-97,1	93,1-96,7	93,5-96,4
истираемость (-0,5 мм)	8,3-10,2	5,8-1,5	3,8-2,9	3,6-2,5
Прочность при восстановлении, ДСТУ ISO 7215:2008, %:				
прочность (+5 мм)	37,8-49,4	69,3-95,8	73,1-92,8	72,9-93,1
истираемость (-0,5 мм)	10,4-9,8	4,7-2,1	4,3-3,6	4,2-3,3
Газопроницаемость и усадка слоя при восстановлении, ДСТУ 3205-95:				
усадка слоя, %	15-18	23-67	14-26	13-19
перепад давления, Па	68-71	108-154	58-73	60-72
Степень восстановления, ДСТУ ISO 7215:2008, %	65,1-82,3	72,8-91,4	87,2-93,4	89,1-93,8
Угол естественного откоса, град.	38-41	28-32	36-41	37-40

\* - рабочая площадь агломашин включает только зону спекания, без зоны охлаждения;

\*\* - рабочая площадь обжиговой машины включает зоны сушки, нагрева, обжига и охлаждения;

\*\*\* - содержание железа в железосодержащей части окускованного материала.

**Выводы и направление дальнейших исследований.** Таким образом, результаты испытаний показали, что разработанный окускованный железосодержащий материал - офлюсованные локальные спеки с остаточным углеродом, обладает лучшими металлургическими характеристиками агломерата и окатышей и имеет при этом остаточный углерод, удовлетворяющий современные требования доменной плавки к металлургическим характеристикам железорудного сырья и способствующий снижению удельного расхода кокса в доменной печи.

#### Список литературы

1. Основные направления совершенствования технологии и оборудования в производстве агломерата / **А.Д. Учитель, В.П. Лялюк, Ф.М. Журавлев** и др. // Бюллетень научно-технической и экономической информации "Черная металлургия". – 2013. – №8. – с. 8-17.
2. Оптимизация технологических характеристик твердого топлива в спекаемом слое аглошихты / **В.П. Лялюк, Ф.М. Журавлев, И.А. Ляхова** и др. // Сб. КНУ Гірничий вісник. – 2013. – №96. – С. 141-144.
3. Патент України № 84769. Спосіб виробництва офлюсованого огрудкованого матеріалу/ **В.П. Лялюк, Ф.М. Журавльов, М.І. Ступнік, О.Д. Учитель** та ін. – 2013. – Бюл. №20.
4. Патент України № 85685. Спосіб виробництва офлюсованого огрудкованого матеріалу/ **В.П. Лялюк, Ф.М. Журавльов, М.І. Ступнік, О.Д. Учитель** та ін. – 2013. – Бюл. №22.
5. Патент України № 85795. Спосіб виробництва офлюсованого огрудкованого матеріалу з підвищеним вмістом заліза / **В.П. Лялюк, Ф.М. Журавльов, М.І. Ступнік, О.Д. Учитель** та ін. – 2013. – Бюл. №22.
6. Металлургия чугуна: Учебник для вузов / **Е.Ф. Вегман, Б.Н. Жеребин, А.Н. Похвиснев** и др. – М.: ИКЦ "Академкнига", 2004. – 774 с.
7. Коксозамещающие технологии в доменной плавке / **В.П. Лялюк, И.Г. Товаровский, Д.А. Демчук** и др. – Днепропетровск: Пороги, 2006. – 276 с.
8. А.с. СССР №1188217. Способ производства агломерата / **Г.Г. Ефименко, С.П. Ефимов, Б.В. Кушнарв** и др. – 1985. – Бюл. №40.

9. А.с. СССР №1617021. Способ получения железорудных окатышей с остаточным углеродом / **М.З. Рогинский, М.Д. Жембус, С.Г. Шарапов**. – 1990. – Бюл. №48.
10. Производство опытной партии железорудных окатышей с остаточным углеродом на СевГОКе / **Ф.М. Журавлев, Д.А. Ковалев, О.А. Гогенко** и др. // Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции «Пути развития науки и техники при подготовке руд черных металлов к металлургическому переделу». – Кривой Рог, 1991. – С. 23-25
11. Патент України №94772. Спосіб виробництва обпалених обкотишів із залишковим вуглецем / **Ф.М. Журавльов, В.П. Лялюк, І.А. Ляхова** та інші. – 2014. – Бюл. №22.
12. Патент України №95240. Спосіб виробництва обпалених котунів із залишковим вуглецем / **Ф.М. Журавльов, В.П. Лялюк, І.А. Ляхова** та інші. – 2014. – Бюл. № 23.
13. Патент України №95241. Спосіб отримання випалених котунів із залишковим вуглецем / **Ф.М. Журавльов, В.П. Лялюк, І.А. Ляхова** та інші. – 2014. – Бюл. №23.
14. Использование опытных железорудных офлюсованных окатышей с остаточным углеродом в доменной плавке / **Д.А. Ковалев, Ф.М. Журавлев, Н.Д. Ванюкова** и др. // Сталь. – 1999. – №8. – С. 4-9
15. Патент України по заявці № 2014 12054. Спосіб виробництва офлюсованого огрудкованого матеріалу із залишковим вуглецем / **Ф.М. Журавльов, В.П. Лялюк, І.А. Ляхова** та інші. – 2015.

Рукопись поступила в редакцию 17.04.15

УДК 622.81: 622.271: 622.235

**В.И. ГОЛИК**, д-р техн. наук, проф., Геофизический институт Владикавказского научного центра  
**В.И. КОМАЩЕНКО**, д-р техн. наук, проф.,

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

**В.С. МОРКУН**, д-р техн. наук, проф., Криворожский национальный университет

## **РАЗРАБОТКА ТИПОВЫХ ПРОЕКТОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧИ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Совершенствование технологии открытой добычи руд на карьерах неразрывно связано с повышением эффективности буровзрывных работ (БВР), которые являются одной из важнейших составляющих современной технологии подготовки горной массы. Важным резервом повышения эффективности БВР является создание и внедрение новейших современных технологий взрывного разрушения, добычи и переработки железных руд, позволяющих снизить техногенные нагрузки горнодобывающих предприятий на окружающую среду. Следовательно, совершенствование взрывных работ на карьерах на основе оптимизации параметров БВР, базирующиеся на концепциях баз данных, имитационного моделирования, экспертных и геоинформационных систем-ГИС, а также разработки новых схем взрывания и конструкций зарядов, является актуальной задачей.

При проведении экспериментов использовалась комплексная методика исследований, включающая системный и статистический анализы, проведение экспериментальных взрывов, производственно-технические обобщения.

**Ключевые слова:** дробление горной массы, взрывная отбойка, карьеры, скважинные заряды, конверсионные добавки, буровзрывные работы, охрана окружающей среды, геоэкология.

**Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями.** Эффективное проектирование горных объектов невозможно без адекватного информационного обеспечения, поскольку процесс принятия решений сопряжен с анализом значительного объема разнородной информации и затруднен из-за недостаточной формализации. Большинство проектных организаций используют разнообразные компьютерные информационные системы, базирующиеся на концепциях баз данных, имитационного моделирования, экспертных и геоинформационных систем-ГИС [1].

В последнее время появилась необходимость решать принципиально новые задачи, в том числе автоматизации сводных расчетов параметров БВР. До настоящего времени эти расчеты проводились, в основном, как разовые работы. Проведению сводных расчетов предшествовала долгая работа по накоплению исходных данных. В настоящее время при стремительном изменении объемов производства, перераспределении и увеличении потоков очевидно динамичное изменение характеристик взрывных работ.

Предприятия, специализирующиеся на разработке программного обеспечения, осваивают идею, внедрение которой позволило бы проводить сводные расчеты параметров взрывных работ с любой частотой с минимальной предварительной подготовкой.