УДК 622.831

**А.Г.ПРОТОСЕНЯ, О.В.ТРУШКО**
*Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)*

# ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ АЛЮМИНИЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ

Основной рудной базой алюминиевой промышленности России являются месторождения Североуральского бокситового бассейна. Разработка месторождений ведется на глубинах 900-1000 м, планируется проектирование и отработка новых горизонтов на глубинах 1500-2000 м.

На больших глубинах резко усложняются горно-геологические условия отработки месторождений. Для обеспечения требуемых объемов добычи бокситов в таких условиях необходимо решить проблему безопасного ведения горных работ на глубоких горизонтах рудников.

The basic ore base of the aluminium industry of Russia are deposits Severouralskogo bauxite pool. Development of deposits is conducted on depths of 900-1000 m and designing and improvement of new horizons on depths 1500-2000 m is planned.

On the big depths mountain – geological conditions of improvement of deposits sharply become complicated. For maintenance of required volumes of extraction of bauxites in such conditions it is necessary to solve a problem of safe conducting mountain works on deep horizons of mines.

Мировые запасы бокситов превышают 30000 млн т. Около 85 % ресурсов бокситов находятся в Африке, Австралии, Центральной и Южной Америке. Годовой объем производства первичного алюминия в странах-производителях составляет около 29000 тыс.т.

Российская алюминиевая промышленность является наиболее преуспевающей из отечественных металлургических отраслей. В настоящее время в России действуют 11 предприятий по производству первичного алюминия и 6 по производству глинозема – основного сырья для производства алюминия.

Основным сырьем для производства глинозема являются бокситы (рис.1).

В России работают две крупнейшие алюминиевые компании:

• ОАО «Русский алюминий» (РУСАЛ), в его состав входят: алюминиевые заводы – Братский, Красноярский, Новокузнецкий, Саяногорский; глиноземный комбинат – Ачинский; глиноземные заводы – Николаевский и Бокситогорский; бокситоглиноземный комплекс – Фрие (Гвинея); компании бокситов – Киндии (Гвинея) и Гайаны; доля в глиноземных заводах – «QAL» (Австралия); «Eurallumina» (Италия); АРМЕНАЛ, САЯНАЛ; катодный завод – Китай.

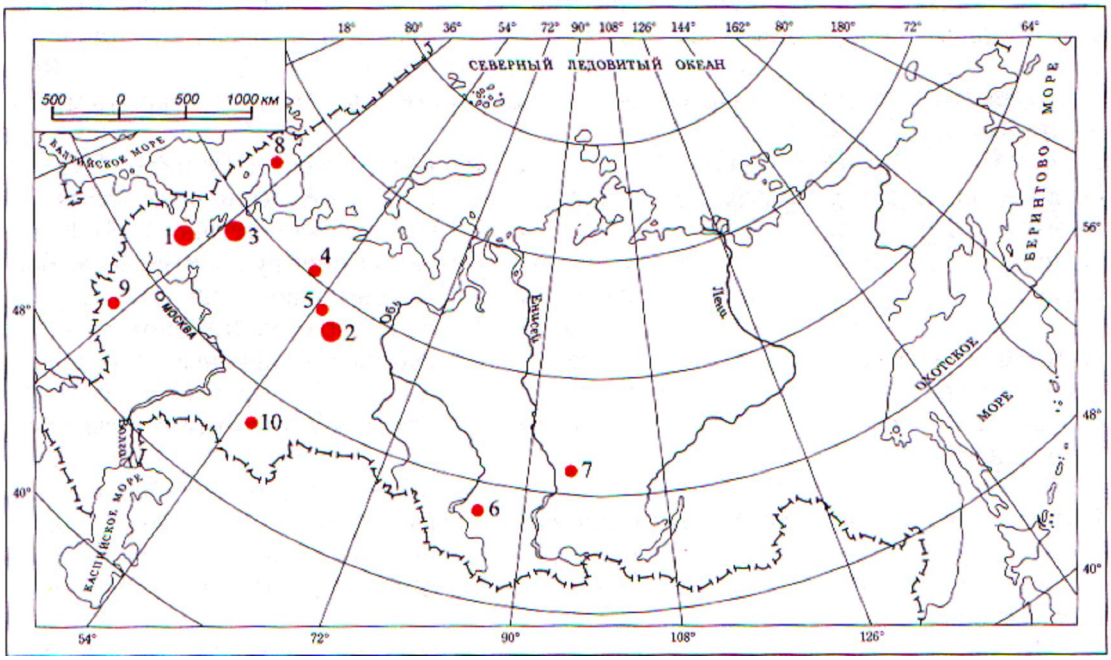



Рис.1. Месторождения бокситов в России

1 – Тихвинское; 2 – Северо-Уральское; 3 – Северо-Онежское; 4 – Среднетиманское; 5 – Южно-Тиманское; 6 – Салаирское; 7 – Чадобецкое; 8 – Хибиногорское; 9 – Висловское; 10 – Южно-Уральское

• ОАО «Сибирско-Уральская алюминиевая компания» (СУАЛ), в его состав входят: алюминиевые заводы – Иркутский, Уральский, Кандалакшский, Богословский, Надвоицкий, Волгоградский и Волховский; глиноземный завод – Запорожский; рудник – СУБР; «Уральская фольга», а также «Кремний», СУАЛ-Кремний-Урал и СУАЛ-ПМ.

Всего числится 48 месторождений бокситов, из них 11 разрабатываемых, 4 подготавливаемых к освоению, 33 резервных.

РУСАЛ входит в тройку мировых лидеров по производству алюминия и сплавов. Продукция экспортируется в 50 стран мира. Компания работает в 9 регионах России и 13 странах мира. На долю РУСАЛа приходится 75 % российского алюминия и 10 % мирового.

Объем производства алюминия вырос на 2,1 % по сравнению с аналогичным периодом 2006 г. и составил 1373390 т. Объем производства литейной продукции с высокой добавленной стоимостью также увеличился на 11 % по сравнению с 2006 г. и составил 465762 т. Объем производства глинозема вырос на 9 % и составил 1997011 т. Объем добытых бокситов увеличился на 46 % и составил 3530830 т.

СУАЛ входит в десятку крупнейших мировых производителей алюминия, объединяет предприятия по добыче бокситов, производству глинозема, кремния, алюминиевых полуфабрикатов и готовой продукции. Предприятия СУАЛ формируют полный производственный цикл от добычи бокситов (более 5,4 млн т в год), производства глинозема (около 2,3 млн т в год) и первичного алюминия (более 1 млн т в год) до выпуска алюминиевых полуфабрикатов и готовой продукции.

В октябре 2006 г. было подписано соглашение об объединении РУСАЛа, СУАЛа и глиноземных активов Glencore International AG (глиноземные заводы Aughinish в Ирландии, Windalco и Alpart на Ямайке, Eurallumina в Италии и алюминиевый завод Kubikenborg в Швеции). В объединенную структуру войдут активы компаний по добыче бокситов, производству глинозема, алюминия и фольги. Новая объединенная компания станет крупнейшим производителем алюминия и глинозема в мире.

Ежегодный объем производства составит около 4 млн т алюминия и 11 млн т глинозема. После интеграции на долю компании придется около 14 % мирового рынка первичного алюминия и 16 % производства глинозема (рис.2-4).

Основной рудной базой алюминиевой промышленности России являются месторождения Североуральского бокситового бассейна. Разработка месторождений ведется на глубинах 900-1000 м и планируется проектирование и отработка новых горизонтов на глубинах 1500-2000 м.

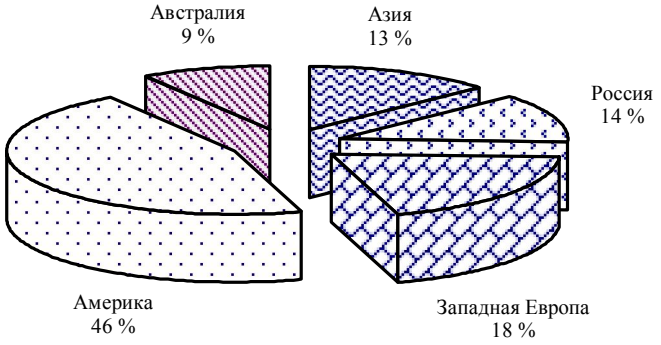



Рис.2. Производство первичного алюминия по регионам мира

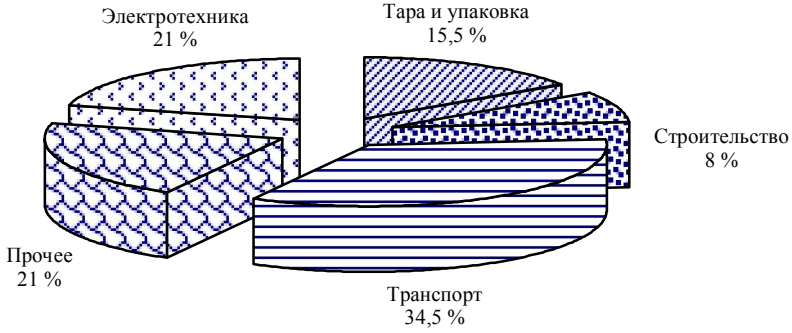



Рис.3. Структура потребления алюминия в России

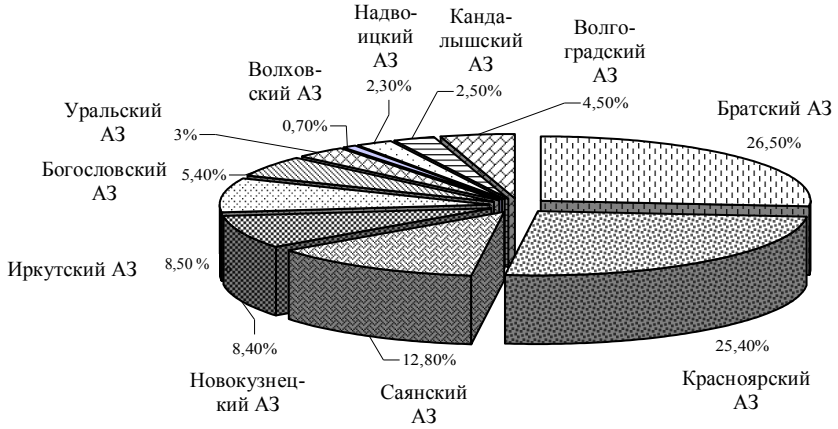



Рис.4. Доля предприятий в производстве российского алюминия

На больших глубинах резко усложняются горно-геологические условия отработки месторождений, усиливаются динамические формы проявлений горного давления, рудники переходят в категории удароопасных. Для обеспечения требуемых объемов добычи бокситов в таких условиях необходимо решить проблему безопасного ведения горных работ на глубоких горизонтах рудников.

Горные удары возникают при определенном сочетании горно-геологических и горно-технических условий. Эти сочетания крайне разнообразны и связаны с влиянием многих факторов, которыми определяются не только само возникновение горных ударов, но также их сила и характер воздействия на горные выработки.

С позиции оценки устойчивости массива горных пород при динамических проявлениях горного давления важно учесть тип динамического явления, т.е. особенности разрушения в очаге, энергетический диапазон, частоту и длительность колебаний сейсмических волн.

Наиболее общим подходом к классификации динамических явлений является энергетический, основанный на соотношении между притоком энергии к нагруженному элементу и ее поглощением в нем. Институтом ВНИМИ и Санкт-Петербургским горным институтом была разработана энергетическая классификация динамических явлений. Она наиболее полно раскрывает характер воздействия динамических явлений на горные выработки.

Результаты натурных исследований устойчивости горных выработок, выполненных на действующих горизонтах пяти шахт ОАО «Севуралбокситруда», позволяют утверждать, что характер разрушения пород в приконтурной зоне зависит от параметров сейсмических волн, которые, в свою очередь, определяются энергией динамического явления. При эксплуатации и строительстве шахт зарегистрировано 286 динамических проявлений горного давления с разрушением действующих выработок, из них 83 – горные удары.

Сейсмостанция «Североуральск» регистрирует в год на шахтных полях более 1000 сейсмоявлений с энергией от $10^2$ до $10^8$ Дж. Из них 46 % происходит в зоне ведения горных работ, 47 % – в отработанном пространстве и 7 % – в массиве впереди фронта горных работ.

Наиболее мощные горно-тектонические удары больших энергий происходят в основном у подвижных тектонических нарушений с амплитудой смещения от десятков до сотен метров и разрушают выработки на большой площади. В таких условиях необходимо применение более эффективных методов обеспечения устойчивости выработок и в первую очередь разработки методики ее оценки.

Специалистами Горного института и шахт СУБРа проведено обследование состояния выработок по методике СПГГИ с целью определения соответствия применяемых видов и параметров крепи горно-геологическим и горно-техническим условиям. Для натурных исследований воздействия динамических волн на горные выработки использованы две методики: визуальная оценка устойчивости горных выработок и региональный прогноз сейсмической активности массива по данным сейсмических инструментальных измерений сейсмостанции «Североуральск».

Для методики визуальных наблюдений СПГГИ была разработана анкета оценки состояния устойчивости горных выработок шахт СУБРа. Состояние каждого участка выработки фиксировалось по ряду параметров в анкете и оценивалось по категории устойчивости. Анкета является документом, обобщающим информацию по геометрическим параметрам, горно-геологическим и геомеханическим условиям поддержания, типу и конструкции крепи выработки. Информация предназначена для оценки соответствия паспортов крепления и действующих нормативных документов по креплению сложившейся горно-геологической и геодинамической обстановке шахт СУБРа.

По данным анкетирования была составлена сводная таблица состояния горных вы-

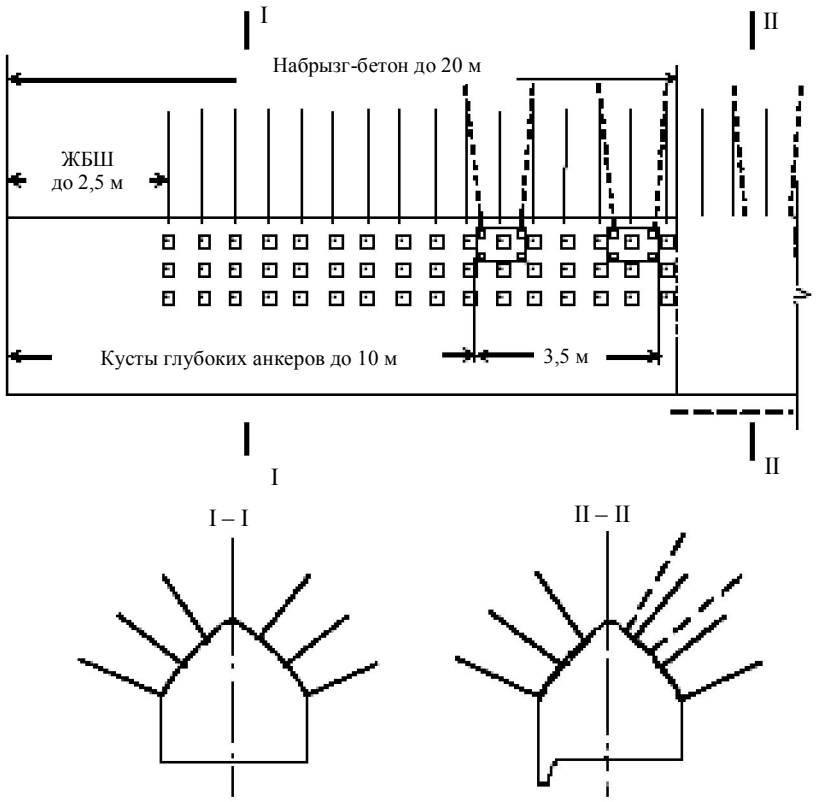



Рис.5. Крепление северного полевого штрека на участке повышенной сейсмической активности. Крепь комбинированная: ЖБА по кровле ($l_ш$ = 1,8 м, сетка расстановки 1,0 × 0,8 м), кусты глубоких штанг, набрызг-бетон 3-5 см

работок шахт СУБРа, определены формы нарушений породных обнажений при различных типах и энергиях динамических явлений, которые позволили выявить наиболее влияющие факторы на устойчивость выработок (трещиноватость, обводненность, прочность горных пород, напряженно-деформированное состояние массива пород и др.) и обосновать метод оценки устойчивости по критерию напряженности элементов выработки (кровли и боков), выражающий соотношение в них величин расчетных напряжений (числитель) и расчетной прочности (знаменатель)

$$\Pi_в = \frac{\sigma K_1 K_2 K_3}{\sigma_{пр} K_с \xi_д},$$

где $\sigma$ – статическое напряжение в нетронутом массиве по нормали к продольной оси выработки, МПа; $K_1$ – коэффициент концентрации напряжений вследствие проведения выработки; $K_2 = K_2' K_2'' K_2'''$ – коэффициент изменения напряжений в результате влияния других выработок, тектонических нарушений и очистных работ; $K_3$ – коэффициент дополнительной концентрации напряжений при динамических явлениях в массиве; $\sigma_{пр}$ – среднее значение сопротивления пород в образце одноосному сжатию при кратковременном нагружении, МПа; $K_с$ – коэффициент структурного ослабления массива за счет трещиноватости и слоистости; $\xi_д$ – коэффициент, учитывающий снижение сопротивления породы при многократных динамических нагружениях за счет ослабления связей по трещинам и усталостных явлений.

В зависимости от категории устойчивости пород и величины критерия $\Pi_в$ были даны рекомендации по выбору типа и параметров сейсмостойких крепей.

На рис.5 представлен один из вариантов сейсмостойких крепей. Короткие же-

лезобетонные анкера (ЖБА) длиной 0,5-0,6 м, анкера рекомендуются для крепления решетки-затяжки к породе в промежутках между ЖБА типовой длиной 1,5 или 1,8 м и для дополнительного упрочнения приконтурного слоя несущего породного свода.

По результатам проведенных исследований Горным институтом была разработана «Инструкция по выбору типа и параметров крепи капитальных и подготовительных горных выработок шахт Североуральского бокситового бассейна», которая была внедрена на шахтах ОАО «Севуралбокситруда».