

УДК 622.8:338.4

*П.Б. Авдеев***ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА  
КОМПОНЕНТАМ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ  
НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ ЗАБАЙКАЛЬЯ**

**В** период 1998-2004 гг. Читинским государственным университетом с участием автора выполнялись научно-исследовательские работы по оценке воздействия открытых горных работ на окружающую среду (ОВОС). По крупнейшим в Читинской области Харанорскому и Восточному бурогольному разрезам выполнены работы на уровне ОВОС прошли государственную экологическую экспертизу и были использованы при составлении рабочих проектов на реконструкцию предприятий в новых экономических условиях и действующего природоохранного законодательства.

В результате выполненных работ выявлена степень воздействия угольных разрезов Забайкалья на загрязнение атмосферного воздуха в целом и дифференцированно – по технологическим процессам и по ингредиентам. Установлены удельные интегральные выбросы пыли, оксида азота, углеводородов, углерода и оксида углерода на тонну добытого угля с поточной (разрез Харанорский) и циклической (разрез Восточный) технологией добычи угля. В структуре выбросов ЗВ по технологическим процессам автотранспорт доминирует по выбросам пыли и оксида азота. Взрывные работы являются основным источником выбросов оксида углерода – 63,7–95 %, при отвалообразовании выбрасывается более 60 % углеводородов, углерода и диоксида серы на Харанорском разрезе, на Восточном разрезе этот техно-

логический процесс является только источником пылеобразования.

Обоснованы и приняты в рабочих проектах реконструкции предельно-допустимые сбросы загрязняющих веществ (ЗВ) для разрезов. Установлено, что наибольшее количество ЗВ по массе приходится на сульфаты (73,0–83,0 %) и хлориды (10,0–16,3 %). Удельные сбросы ЗВ на разрезе Восточный выше, чем на разрезе Харанорский, в среднем в 17–23 раза, а по некоторым ингредиентам (хлоридам) – в 30–50 раз, что обусловлено 4-х кратной разностью в объемах сточных вод и существенными различиями химического состава. Более высокие показатели загрязнения взвешенными веществами (20–30-кратное превышение, с учетом объемов сточных вод – 5–7,5-кратное превышение) объясняются применением бестранспортной системы разработки и сложными гидрогеологическими условиями разреза Восточный.

При экономическом обосновании природоохранных мероприятий обычно используют показатели общей и сравнительной эффективности природоохранных затрат и чистого экономического эффекта природоохранных мероприятий. При этом *экономический результат (полный экономический эффект) природоохранных мероприятий* при расчете общей экономической эффективности природоохранных затрат оценивают по приросту объемов продукции или прибыли, снижению себестоимости, экономии затрат на производство работ и ока-

зание услуг. *Экономический результат природоохранных мероприятий* при расчете чистого экономического эффекта определяют по сумме предотвращенных экономического ущерба от загрязнения окружающей среды и производственных затрат, прироста экономической оценки природных ресурсов, сберегаемых (улучшаемых) в результате реализации природоохранных мероприятий, прироста денежной оценки реализуемой продукции, получаемой благодаря более полной утилизации сырьевых, топливно-энергетических и других материальных ресурсов.

Для достоверного определения дополнительных показателей общей экономической эффективности природоохранных мероприятий - *экологической и социальной эффективности* необходимы статистические результаты мониторинга, анализ состояния экологической и социальной сферы и обоснованные экономические оценки отдельных видов природных ресурсов.

Количественная оценка экономической эффективности природоохранных мероприятий на открытых горных работах основана на сравнении соответствующих затрат и величины предотвращенного за счет этих затрат экономического ущерба по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{Y_{\mathcal{E}}}{P_{\text{ПР}}}, \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}$  – общая экономическая эффективность природоохранных мероприятий, руб/руб;  $Y_{\mathcal{E}}$  – величина предотвращенного экономического ущерба, тыс. руб/год;  $P_{\text{ПР}}$  – приведенные среднегодовые затраты на природоохранные мероприятия, тыс. руб/год.

*Суммарный экономический ущерб от загрязнения атмосферы*  $Y_{\mathcal{E}}$  определяется по формуле

$$Y_{\mathcal{E}} = K_r \sum_{i=1}^n M_i \sigma_i d_i f_i, \quad (2)$$

где  $K_r = 1,4$  — коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха и почвы территорий экономических районов Российской Федерации;  $M_i$  – масса выброса в атмосферу  $i$ -ого ингредиента, т/год;  $\sigma_i = 0,4$  - безразмерная поправка, учитывающая структуру факторов восприятия в зоне активного загрязнения для  $i$ -ого ингредиента;  $d_i = \text{Нп}i \cdot \text{ПДК}i \cdot 10^6$  - удельный ущерб от выбросов 1 т  $i$ -ого ингредиента, руб/год;  $\text{Нп}i$  – норматив платы за выбросы в атмосферный воздух  $i$ -ого ингредиента, руб/т;  $\text{ПДК}i$  – среднесуточная предельно допустимая концентрация  $i$ -ого загрязняющего вещества, мг/м<sup>3</sup>;  $f_i$  - безразмерная поправка, учитывающая характер рассеивания  $i$ -ой примеси в атмосфере, для твердых выбросов  $f_i = 1,52$ , для газов  $f_i = 2,67$ .

Расчеты экономического ущерба от загрязнения атмосферы на разрезах Восточный и Харанорский показывают, что удельный экономический ущерб от выбросов ЗВ на одну тонну добытого угля примерно одинаковый – 0,54 руб/т и 0,57 руб/т, а на один кубометр горной массы выше на разрезе Восточный (0,27 руб/м<sup>3</sup>) в сравнении с разрезом Харанорский (0,17 руб/м<sup>3</sup>) в 1,6 раза. В структуре экономического ущерба ведущее место занимает ущерб от выбросов оксида углерода – 61,5 % (разрез Восточный) и 43,8 % (разрез Харанорский), второе место занимает ущерб от выбросов пыли -24,8 % и 27,2 %, соответственно (рис. 1). В структуре экономического ущерба на Восточном разрезе основной ущерб вносит взрывание – 66,9 %, доля транспорта составляет 23,1 %, в то время как на Харанорском разрезе доля транспорта составляет 50,8 %, а доля взрывных работ – 29,7 % (рис. 2). Таким образом, при проектировании природоохранных мероприятий необходимо уделять особое внимание процессам взрывания и транспортирования горной массы автосамосвалами.

**Экономический ущерб земельным ресурсам на угольных разрезах**

Показатели	Разрезы	
	Восточный	Харанорский
Годовой объем добычи, тыс. т	1100	8000
Годовой объем горной массы, тыс. м <sup>3</sup>	2217	26167
Нормативная стоимость земель, тыс. руб/га	21,0	15,0
Площадь нарушенных земель, га	1590,3	4358,0
Суммарный экономический ущерб земельным ресурсам, тыс. руб.	36736,9	71907,0
Годовой экономический ущерб земельным ресурсам, тыс. руб/год	490	1198
Удельный экономический ущерб на 1 т добытого угля, руб/т	0,45	0,15
Удельный экономический ущерб на 1 м <sup>3</sup> горной массы, руб/м <sup>3</sup>	0,22	0,05

Рис. 1. Структура экономического ущерба от выбросов ЗВ по ингредиентам: 1 - пыль; 2 – оксид углерода CO; 3 – азота диоксид NO; 4 – углеводороды; 5 – углерод С; 6 - серы диоксид

На разрезе Восточный впервые для угольных месторождений разработаны технологические схемы вскрышных работ с послонным солнечно-радиацион-ным оттаиванием многолетнемерзлых пород четвертичных отложений. Внедрение этих схем в сочетании с применением усовершенствованных схем взрывания позволило за период с 1990 по 2004 гг. уменьшить годовые объёмы бурения скважин в 18 раз, объёмы взрывания и потребление ВВ – в 60 раз, удельный расход ВВ в 1,3 раза, расход ДШ в 6,7 раза и объёмы взорванной горной массы в 47 раз. Эксплуатационные затраты на производство буро-

взрывных работ сократились с 81 млн руб. на 1 млн т добытого угля до 880 тыс. руб.( в ценах 2000 г.). Выбросы пыли и ядовитых газов и размеры платежей за загрязнение атмосферного воздуха уменьшились при бурении скважин - в 15 раз и при массовых взрывах – в 64 раза[1, 2].

Экономический ущерб земельным ресурсам Уэ определяется по формуле  $U_{\text{э}} = H_{\text{с}} \cdot S \cdot K_{\text{э}}$ , (3) где  $H_{\text{с}}$  – нормативная стоимость земель, тыс. р/га;  $S$  – площадь земель, нарушенная горными работами, га;  $K_{\text{э}} = 1,1$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории.

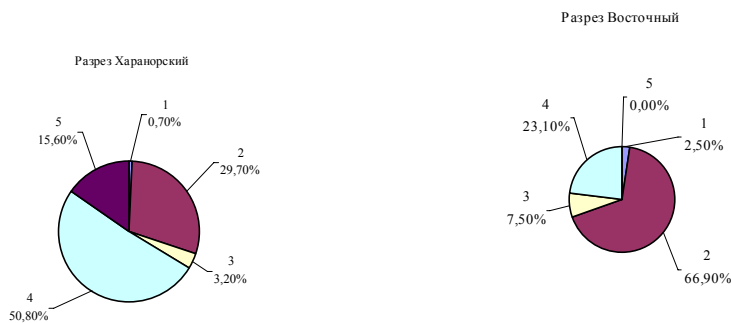


Рис. 2. Структура экономического ущерба от выбросов ЗВ по технологическим процессам: 1 - бурение; 2 - взрывание; 3 - экскавация; 4 - транспортирование; 5 – отвалообразование

Вследствие более высокой нормативной стоимости земель на разрезе Восточный удельный экономический ущерб на одну тонну добытого угля в три раза, а на 1 м<sup>3</sup> горной массы в 4,4 раза выше, чем на разрезе Харанорский (таблица).

Суммарный экономический ущерб от сбросов загрязняющих веществ  $U_{\Sigma}$  (тыс. руб/год) определяется по формуле

$$U_{\Sigma} = K_r \sum_{i=1}^n M_i \times d_i, \quad (4)$$

где  $K_r = 1,05$  - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости со-

стояния водных объектов по бассейнам основных рек;  $M_i$  - масса загрязняющих веществ  $i$ -ого ингредиента, т/год;  $d_i = Hni \times ПДК_i \times 10^3$  - удельный ущерб от сбросов 1 т  $i$ -ого ингредиента, руб/год;  $Hni$  - норматив платы за сбросы в поверхностные и подземные водные объекты  $i$ -ого ингредиента, руб/т;  $ПДК_i$  - предельно допустимая концентрация  $i$ -ого загрязняющего вещества, г/м<sup>3</sup>.

В структуре экономического ущерба, наносимого водным объектам разрезами Восточный и Харанорский,

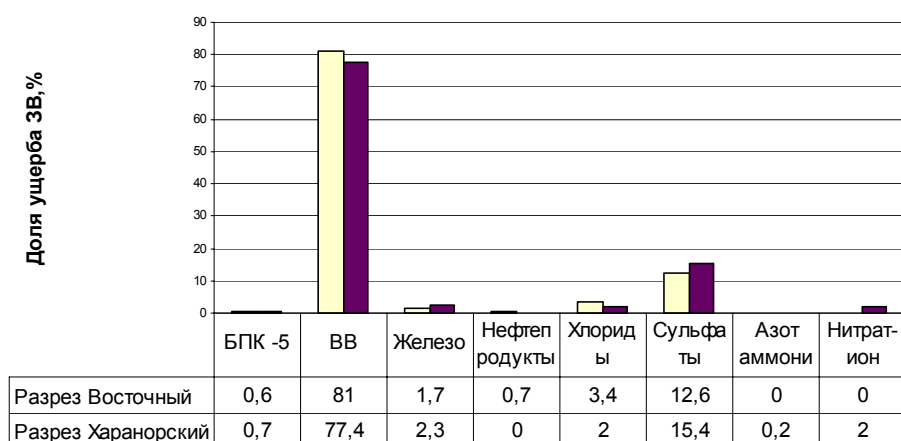


Рис. 3. Структура экономического ущерба водным объектам по ингредиентам на угольных разрезах Забайкалья

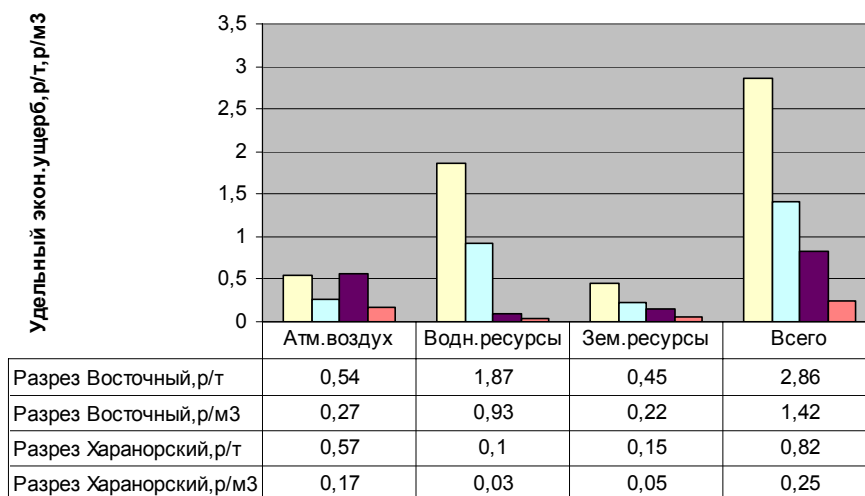


Рис. 4. Удельный экономический ущерб компонентам природной среды

доминирует ущерб от сбросов взвешенных веществ - его доля составляет 77,4 % на разрезе Харанорский и 81 % на разрезе Восточный (рис. 3).

Удельные показатели суммарного экономического ущерба в целом и ущербов основным компонентам природной среды на разрезах отличаются весьма значительно (рис. 4). На разрезе Восточный удельный экономический ущерб в расчете на одну тонну добытого угля выше удельного экономического ущерба на разрезе Харанорский в целом в 3,5 раза, в том числе по водным ресурсам в 18,7 раз, по земельным ресурсам – в 3 раза, и только по атмосферному воздуху меньше на 5,5 %.

Удельный экономический ущерб в расчете на горную массу  $y_{г.м.}$  (руб/м<sup>3</sup>) на разрезе Восточный выше по всем компонентам природной среды – по атмосферному воздуху в 1,6 раза, по водным ресурсам в 31 раз, по земельным ресурсам в 4,4 раза, а в целом в 5,7 раза, что объясняется более высоким текущим коэффициентом вскрыши на разрезе Харанорский согласно формуле

$$y_{г.м.} = y_{н.и.} \left( \frac{1}{\rho} + k_m \right), \quad (5)$$

где  $y_{н.и.}$  - удельный экономический ущерб на единицу полезного ископаемого, р/т;  $\rho$  - плотность полезного ископаемого, т/м<sup>3</sup>;  $k_m$  – текущий коэффициент вскрыши, т/м<sup>3</sup> ( $k_m = 1,18$  т/м<sup>3</sup> – разрез Восточный,  $k_m = 2,43$  т/м<sup>3</sup> – разрез Харанорский).

Отмеченные различия в величинах экономического ущерба повлияли и на его структуру – если на разрезе Восточный доминирует доля ущерба водным ресурсам – 65 %, то на разрезе Харанорский – доля ущерба атмосферному воздуху – 69 % (рис. 5). Доля ущерба земельным ресурсам на разрезах одинакова – 18–19 %.

#### Выводы

1. Дана оценка экономического ущерба компонентам природной среды на угольных разрезах Забайкалья. Удельный экономический ущерб от выбросов ЗВ на одну тонну добытого угля колеблется в пределах 0,54...0,57р/т, ведущее место занимает ущерб от выбросов оксида углерода – 61,5 % (разрез Восточный) и 43,8 % (разрез Харанорский), второе место занимает ущерб от выбросов пыли -24,8% и 27,2%, соответственно. Основной ущерб вносят взрывание и транспортирование горной массы (90,0 % - разрез Восточный, 80,5 % - разрез Харанорский).

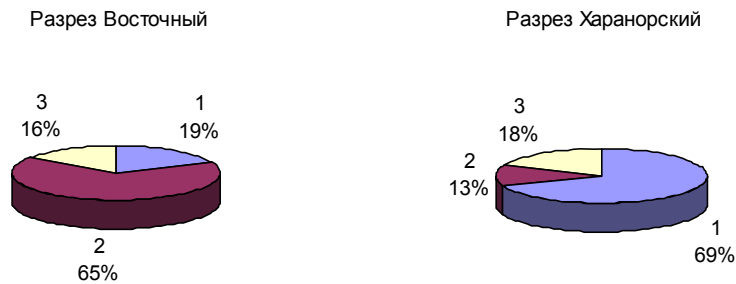


Рис. 5. Структура экономического ущерба компонентам природной среды на угольных разрезах: 1 - атмосферный воздух; 2 - водные ресурсы; 3 - земельные ресурсы

В структуре экономического ущерба, наносимого водным объектам разрезами, доминирует ущерб от сбросов взвешенных веществ - его доля составляет 77,4–81,0 %.

2. Удельные показатели суммарного экономического ущерба в целом и ущербов основным компонентам природной среды на разрезах отличаются весьма значительно. На разрезе Восточный удельный экономический ущерб в расчете на одну тонну добытого угля выше удельного экономического ущерба на разрезе Харанорский целом в 3,5 раза, в том числе по водным ресурсам в 18,7 раз, по земельным ресурсам – в 3 раза, и только по атмосферному воздуху меньше на 5,5 %. В структуре экономическо-

го ущерба на разрезе Восточный доминирует доля ущерба водным ресурсам – 65 %, на разрезе Харанорский – доля ущерба атмосферному воздуху – 69 %. Доля ущерба земельным ресурсам на разрезах одинакова – 18–19 %.

3. Выявленные значения удельных показателей экономического ущерба позволяют обоснованно определять экономическую эффективность создания экологически чистых технологических процессов при открытой разработке угольных месторождений и приоритетность внедрения природоохранных мероприятий при разработке годовых планов горных работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дорофеев В.А., Авдеев П.Б., Селезнев С.Ю. Производство буровзрывных работ в условиях разреза «Восточный» //Вестник Читинского государственного университета: Вып. 36. Спец.вып., посвященный 30- летию Горного института.- Чита: ЧитГУ, 2004. - С. 52-56.

2. Дорофеев В.А. Обоснование организационно-технологических методов ведения горных ра-

бот в сложных горнотехнических и геокриологических условиях геокриологических условиях открытой разработки угольных месторождений (на примере разреза «Восточный»)- Дис. на соиск. уч. степ. канд.техн. наук.- Чита: ЧитГУ, 2005. - 170 с.

#### Коротко об авторах

Авдеев П.Б. – доцент, кандидат технических наук, директор Горного института Читинского государственного университета.

© П.Б. Авдеев, 2005

## ВОЗДЕЙСТВИЕ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ ЗАБАЙКАЛЬЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

**В** период 1998-2004 гг. Читинским государственным университетом с участием автора выполнялись научно-исследовательские работы по оценке воздействия открытых горных работ на окружающую среду (ОВОС). По угледобывающим предприятиям Читинской области – Харанорскому, Восточному и Тигнинскому буроугольным разрезам - выполненные работы на уровне ОВОС прошли государственную экологическую экспертизу и были использованы при составлении рабочих проектов на реконструкцию предприятий в новых экономических условиях и действующего природоохранного законодательства.

На выбор эффективной и экологически чистой технологии в условиях Забайкалья существенное влияние оказывают экстремальные природно-климатические условия. Ультраконтинентальность климата способствуют формированию крайне высоких перепадов температур в течение суток и года - они самые высокие в России. В зимний период формируется инверсионный тип атмосферы, что значительно осложняет охрану атмосферного воздуха при ведении открытых горных работ. В регионе повсеместно распространены многолетнемерзлые породы с широким спектром температур – от высокотемпературной «вялой» мерзлоты (-0,2...-0,9 °С) на юге до -5,0...-8,0 °С на востоке и севере региона. Глубина сезонного промерзания на вскрытых и техногенных месторождениях достигает 4–6 м. Наличие многолетнемерзлых пород требует применения специальных методов ведения горных работ.

В качестве источников загрязнения атмосферы рассмотрены следующие тех-

нологические процессы: бурение взрывных скважин, проведение массового взрыва по углю и породе, выемочно-погрузочные работы, транспорт угля и вскрышных пород автосамосвалами, экскаваторное, бульдозерное и бестранспортное отвалообразование.

Технологические схемы ведения горных работ на разрезах имеют свои особенности, поэтому целесообразно выявить удельные показатели выбросов на 1 т угля и на 1 м<sup>3</sup> вскрыши.

Удельное пылевыведение  $q$  (г/т, г/м<sup>3</sup>) на взрываемую массу определяется по формуле

$$q = \frac{3600 \times G}{V \times V_c}, \quad (1)$$

где

$G = 0,785 \times d^2 \times V \times p \times b \times K \times (1 - \eta') \times 10^6 / 3600$  – максимально-разовый выброс пыли при бурении взрывных скважин, г/с;  $d$  - диаметр взрывных скважин, м;  $V$  - скорость бурения, м/час;  $p$  - плотность породы, т/м<sup>3</sup>;  $b$  - содержание пылевой фракции в буровой мелочи;  $K$  - доля пыли, переходящая в аэрозоль;  $\eta'$  - эффективность средств пылеподавления;  $V_c$  - выход горной массы с 1 п.м скважины, т (м<sup>3</sup>).

Формула (1) преобразуется с учетом выражения для  $G$  к виду

$$q = 0,785 \times d^2 \times p \times b \times K \times (1 - \eta') \times 10^6 / V_c, \quad (2)$$

откуда следует, что при одинаковых содержаниях пылевой фракции и доли аэрозольной пыли удельное пылевыведение в основном зависит от диаметра скважины.

**Выбросы пыли и газов при взрывных работах на разрезах**

Наименование показателей	Значения показателей для разрезов			
	Восточный		Харанорский	
	уголь	порода	уголь	порода
Удельный расход ВВ, (кг/т)/(кг/м <sup>3</sup> )	0,25/ 0,3	- 0,65	0,22/ 0,266	- 0,5
Удельное выделение ЗВ при взрывании граммонитом 79/21, т/т:				
-твердые вещества (пыль)	0,058	0,088	0,058	0,088
-оксид углерода	0,03	0,076	0,03	0,076
-диоксид азота	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025
Расход ВВ на массовый взрыв, т	2,4	5,5	2	5,8
Объем взорванной горной массы, т(м <sup>3</sup> )	9600	8461,5	9090	11600
Время рассеивания пылегазового облака, с	600	1200	600	1200
Удельное выделение ЗВ, г/т(уголь), г/м <sup>3</sup> (порода):				
-твердые вещества	2,32	9,15	2,09	7,07
-оксид углерода	7,5	49,39	6,6	37,71
-диоксид азота	0,625	1,62	0,55	1,29
-оксид углерода с учетом выделения из по- роды 1,5 q <sub>со(уд)</sub>	11,25	74,08	9,9	56,57

На разрезах удельное пылевыведение на тонну добытого угля практически одинаковое, а на кубометр породы – на разрезе Восточный почти в два раза выше, чем на разрезе Харанорский, что объясняется существенными различиями диаметров взрывных скважин.

Удельное выделение вредных веществ  $q_{в.уд}$  (г/т, г/м<sup>3</sup>) при взрывных работах определяется по формуле

$$q_{в.уд} = K \times q \times A \times (1 - \eta') \times 10^6 / V_B, \quad (2)$$

где  $K$  - коэффициент оседания вредных веществ (для пыли - 0,16, для газов 1,0);  $q$  - удельное выделение вредных веществ, т/т;  $A$  - расход ВВ на массовый взрыв, т;  $\eta'$  - эффективность средств пылеподавления;  $V_B$  - объем взорванной горной массы, т - уголь, м<sup>3</sup> - порода.

Удельное выделение ЗВ зависит в основном от удельного расхода ВВ. Так, например, на Восточном разрезе оно выше, чем на Харанорском разрезе при взрывании по углю на 11–14 % и по породе на 29–31 %, что объясняется соответствующими

значениями удельных расходов ВВ (таблица).

Удельные выбросы ЗВ при работе емочно-погрузочного оборудования зависят от типа экскаватора. Наиболее высокие удельные выбросы пыли создают экскаваторы-драглайны, причем более крупные – в значительно меньшей степени. Удельные выбросы при работе роторных экскаваторов (0,466 г/т) и механических лопат (0,151 г/т- добыча угля, 0,504 г/м<sup>3</sup>-вскрыша, отвалообразование, переэкскавация) на порядок меньше выбросов при работе драглайнов: 7,98 г/м<sup>3</sup> - ЭШ-10.70, ЭШ-13.50; 5,4 г/м<sup>3</sup> – ЭШ-15.80, ЭШ-20.90.

При работе карьерных автосамосвалов основными ЗВ являются выбросы двигателей внутреннего сгорания (ДВС), г/тыс. км: окись углерода СО -2,0–2,5; диоксид азота NO<sub>2</sub> – 4,94–5,53; углеводороды СН – 0,578–0,655; углерод С – 0,20–0,205 (по СО, NO<sub>2</sub> и СН верхний предел относится к автосамосвалам БелАЗ-7523 (42 т), нижний - к БелАЗ-75191 (110 т), по С - наоборот). В общей массе выбросов (7,774–8,860 г/1000 км) наибольшую долю со-



ставляют выбросы  $\text{NO}_2$  – 62,4–63,5 % и  $\text{CO}$  – 26,4–27,9 %.

В общей сумме платежей за выбросы диоксид азота составляет 96,0–96,4 %, что обусловлено относительно высокими нормативами платы за выбросы. Более мощные автосамосвалы БелАЗ-75191 (110 т) в меньшей степени загрязняют атмосферу – по массе выбросов ЗВ на 1000 км на 14 %, по платежам – на 12 %.

При транспортировании горной массы образуются выбросы пыли с поверхности кузова и при движении автосамосвала по дорогам. Удельный выброс сдуваемой пыли с поверхности пород в кузове груженого автосамосвала, полувагона или думпкара  $q_{\text{суд}}$  (г/тыс. км) определяется по формуле

$$q_{\text{суд}} = K_o \times K_1 \times q_{\text{сд}} \times S_a \times \gamma_u \times 10^{-6} / M, \quad (3)$$

где  $K_o$  - коэффициент влажности породы, доли единицы;  $K_1$  - коэффициент скорости ветра, доли единицы;  $q_{\text{сд}}$  - удельная сдуваемость частиц, г/м<sup>2</sup>·тыс. км;  $S_a$  - площадь поверхности материала в кузове транспортного сосуда, м<sup>2</sup>;  $\gamma_u$  - коэффициент измельчения горной массы, доли единицы;  $M$  - масса породы в транспортном сосуде, т.

Удельный выброс пыли при движении автосамосвала  $q_{\text{дв.уд}}$  (г/тыс. км) определяется по формуле

$$q_{\text{дв.уд}} = 2K_o \times K_1 \times (0,2q_e + 0,8q_c) V_{\text{ср}} \times (1 - \eta') \times 10^{-3} / M, \quad (4)$$

где  $K_o$  - коэффициент скорости движения;  $K_1$  - коэффициент покрытия дорог;  $q_e$  и  $q_c$  - удельный выброс пыли на временных и стационарных автодорогах, кг/тыс.км;  $V_{\text{ср}}$  - средняя скорость движения автосамосвала, км/час;  $\eta'$  - эффективность пылеподавления;  $M$  - масса породы в кузове автосамосвала, т.

Суммарные удельные выбросы пыли

$q_{\text{те}} = q_{\text{суд}} + q_{\text{дв.уд}}$  для автосамосвала БелАЗ-7523 - 14,85 г/1000 км почти в два раза выше, чем для автосамосвала БелАЗ-75191 - 7,80 г/1000 км. Удельные выбросы пыли при движении автосамосвала превышают удельные выбросы сдуваемой пыли в сотни раз, поэтому последние можно не учитывать в загрязнении воздуха.

Общая масса удельных выбросов ЗВ на железнодорожном транспорте Харанорского разреза (тепловозы 2ТЭ-10В - 1,469 г/1000 км, ТЭМ-7А - 1,059 г/1000 км) меньше, чем при работе ДВС карьерных автосамосвалов в 5,3–8,4 раза. Доля массы выбросов  $\text{CO}$  и  $\text{NO}_2$  составляет 90,7 %, доля платежей за выбросы  $\text{NO}_2$  – 97,0 %. Тепловозы 2ТЭ-10В выбрасывают массу ЗВ в атмосферу в 1,39 раза больше, чем тепловозы ТЭМ-7А. Удельные выбросы угля и пыли при транспортировании незначительны и составляют, соответственно, 0,049 г/1000 км и 0,026 г/1000 км.

Выбросы пыли при отвалообразовании происходят во время разгрузки и складирования породы, соответствующие удельные выбросы определяются по следующим формулам:

$$q_{\text{пуд}} = K_o \times K_1 \times q_p \times 10^{-6}; \quad (5)$$

$$q_{\text{суд}} = K_o \times K_1 \times K_4 \times K_5 \times q_c \times d \times 10^{-6}, \quad (6)$$

где  $K_o = 0,1$  и  $K_1 = 1,2$  – смотри обозначения к формуле (3);  $K_4 = 1,0$  и  $K_5 = 1,0$  - коэффициенты местных условий и высоты пересыпа, соответственно;  $q_c$  - удельное пылевыведение при складировании, г/м<sup>3</sup>;  $d$  - доля объема, подлежащего складированию.

Удельные выбросы пыли при бульдозерном отвалообразовании в 2 раза

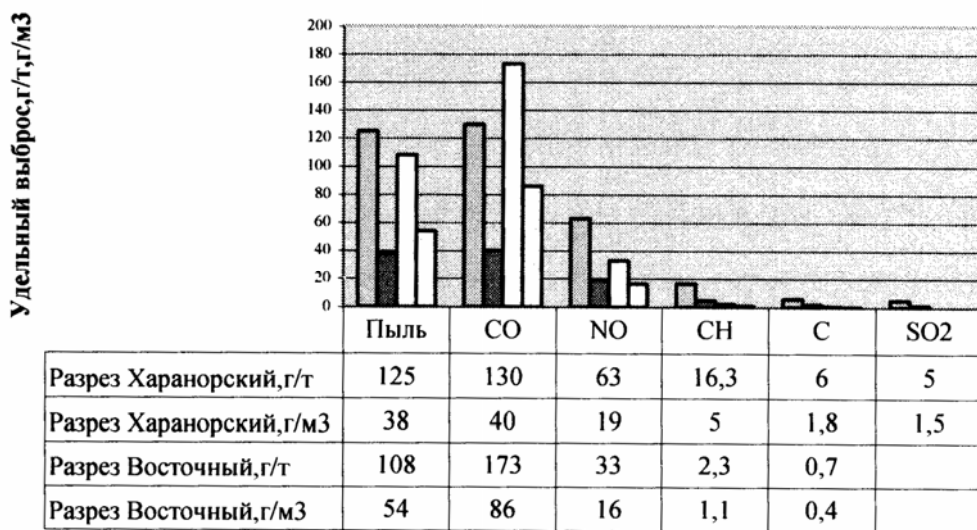


Рис. 1. Удельные интегральные выбросы ЗВ на угольных разрезах Забайкалья

меньше, чем при отсыпке отвала механической лопатой, и в 3 раза – при отсыпке пород драглайном.

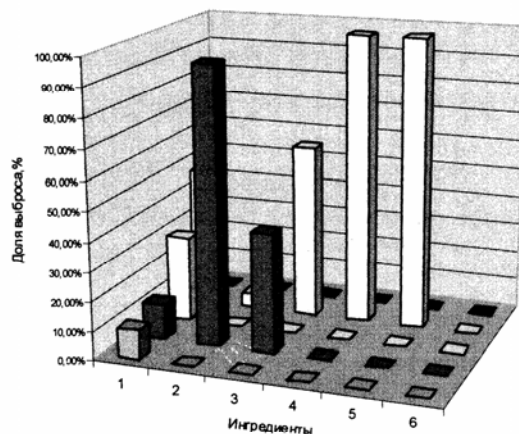
Сравнение валовых выбросов ЗВ и удельных интегральных выбросов ЗВ по производственным процессам на разрезах с различной технологической структурой показывает, что удельные интегральные выбросы пыли на тонну добытого угля на Харанорском разрезе с поточной технологией добычи угля выше, чем на Восточном разрезе с цикличной технологией, на 15,7 %, выбросы оксида азота – в 1,9 раза, углеводородов – в 7 раз и углерода – в 8,6 раза. Выбросы этих ЗВ на кубометр горной массы либо меньше (пыль - на 42 %), либо больше, но в меньшем соотношении – оксида азота на 18,7 %, углеводородов в 4,5 раза, углерода в 4 раза. Удельные интегральные выбросы оксида углерода выше на Восточном разрезе на тонну добытого угля и кубометр горной массы, соответственно, в 1,3 и 2,1 раза (рис. 1).

В структуре выбросов ЗВ по технологическим процессам автотранспорт доминирует по выбросам пыли и оксида азота

на обоих разрезах. На разрезе Восточный автотранспорт является единственным источником выбросов углеводородов и углерода. Взрывные работы являются основным источником выбросов оксида углерода: на разрезе Восточный – 95 %, на разрезе Харанорский – 63,7 %. Отвалообразование выбрасывает более 60 % углеводородов, углерода и диоксида серы на Харанорском разрезе, в то время как на Восточном разрезе этот технологический процесс является только источником пылеобразования - выбросы пыли отнесены к выемочно-погрузочным работам (рис. 2).

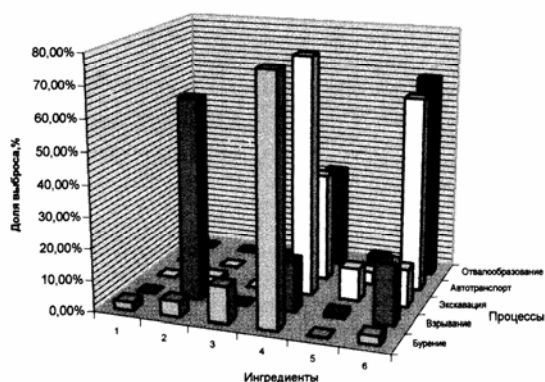
Таким образом, при проектировании природоохранных мероприятий необходимо особое внимание уделять процессам взрывания и транспортирования горной массы автосамосвалами, при этом наибольший эффект достигается при взрывании с использованием экологически чистых ВВ с нулевым кислородным балансом, а при транспортировании горной массы – пылеподавлением и применением нейтрализаторов выбросов диоксида азота при сжигании топлива в ДВС.

Разрез Восточный



	1	2	3	4	5	6
■ Бурение	10,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
■ Взрывание	12,20%	95,00%	40,50%	0,00%	0,00%	0,00%
□ Эскавация	29,60%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
□ Автотранспорт	48,20%	5,00%	59,50%	100,00%	100,00%	0,00%
■ Отвалообразование	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Разрез Харанорский



	1	2	3	4	5	6
■ Бурение	2,60%	5,00%	11,60%	77,80%	0,20%	2,80%
■ Взрывание	0,00%	63,70%	0,00%	15,80%	1,40%	19,10%
□ Эскавация	0,00%	1,80%	0,00%	76,10%	10,20%	11,90%
□ Автотранспорт	0,00%	0,00%	0,00%	34,40%	3,90%	61,70%
■ Отвалообразование	0,00%	0,00%	0,00%	31,60%	3,50%	64,90%

Рис. 2. Структура выбросов ЗВ по технологическим процессам на разрезах Восточный и Харанорский: 1- пыль; 2- CO; 3- NO; 4 – CH; 5 – C; 6 – SO<sub>2</sub>

Отметим, что на разрезе Восточный впервые для угольных месторождений разработаны технологические схемы вскрышных работ с послойным солнечно-радиационным оттаиванием многолетнемерзлых пород четвертичных отложений. Разработаны и обоснованы технологические схемы ведения вскрышных работ для зимнего, летнего и переходных осеннего и весеннего периодов года. Внедрение этих схем в сочетании с применением усовершенство-

ванных схем взрывания позволило за период с 1990 по 2004 гг. уменьшить годовые объёмы бурения скважин в 18 раз, объёмы взрывания и потребление ВВ – в 60 раз, удельный расход ВВ в 1,3 раза, расход ДШ в 6,7 раза и объёмы взорванной горной массы в 47 раз. Выбросы пыли и ядовитых газов и размеры платежей за загрязнение атмосферного воздуха уменьшены при бурении скважин – в 15 раз и при массовых взрывах – в 64 раза [1, 2].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дорофеев В.А., Авдеев П.Б., Селезнев С.Ю. Производство буровзрывных работ в условиях разреза «Восточный» //Вестник Читинского государственного университета: Вып. 36. Спец.вып., посвященный 30- летию Горного института.- Чита: ЧитГУ, 2004.- С. 52-56.

2. Дорофеев В.А. Обоснование организационно-технологических методов ведения горных ра-

бот в сложных горнотехнических и геокриологических условиях геокриологических условиях открытой разработки угольных месторождений (на примере разреза «Восточный»).- Дис. на соиск. уч. степ. канд.техн. наук.- Чита: ЧитГУ, 2005.- 170 с.

#### Коротко об авторах

Авдеев П.Б. – доцент, кандидат технических наук, директор Горного института Читинского государственного университета.

#### ДИССЕРТАЦИИ

##### ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
<b>ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ УРО РАН</b>			
ИВАНОВ Олег Васильевич	Прогнозирование газодинамических явлений при разведке и разработке сильвинитовых пластов (на примере Верхнекамского месторождения калийных солей)	25.00.20	к.т.н.

