



УДК 628.17+628.19

Д.В. СТАЛИНСКИЙ, д.т.н., генеральный директор,**В.Д. МАНГУЛА**, заместитель генерального директора, **С.И. ЭПШТЕЙН**, к.т.н., ведущий научный сотрудник,**З.С. МУЗЫКИНА**, к.т.н., ученый секретарь, **А.И. КОНДРАТЕНКО**, младший научный сотрудник

Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь», г. Харьков

КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ЗАЩИТЫ ВОДНЫХ БАССЕЙНОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ*

Предлагаются критерии оценки эффективности водопотребления и защиты водных бассейнов на предприятиях черной металлургии: коэффициенты использования свежей воды, воды в обороте, удельные объемы сбросов сточных вод и сбросов загрязнений в условном выражении. Последний показатель введен впервые в данной работе.

черная металлургия, водопотребление, водоотведение, сброс загрязнений, водооборот, использование свежей воды, удельные сбросы

Сбросы в водоемы загрязненных сточных вод предприятий черной металлургии составляют значительную часть промышленных стоков всех предприятий Украины.

Черная металлургия – одна из наиболее водопотребляющих отраслей хозяйства, находящаяся на четвертом месте после электроэнергетики, жилищно-коммунального и сельского хозяйства [1], а по объему сбрасываемых стоков – на третьем месте после жилищно-коммунального хозяйства и электроэнергетики. Доля металлургической промышленности в общем водопотреблении всех отраслей народного хозяйства Украины составляет 15,64 %, а в сбросе загрязненных (неочищенных и недостаточно очищенных) стоков – 35,6 %. При этом среди отраслей промышленности черная металлургия находится на втором месте по водопотреблению и на первом по сбросу загрязненных сточных вод.

Следует заметить, что водопотребление в металлургической промышленности в 2006 г. уменьшилось по сравнению с 2004 г. (с 1632 млн м³ до 1603 млн м³) [2]. Несколько снизилось и общее водоотведение – с 1545 млн м³ до 1493 млн м³, но увеличился сброс загрязненных стоков в водоемы. Более подробные данные по отдельным предприятиям черной металлургии за 2004–2005 гг. приведены в табл. 1, 2, 3.

Основными негативными факторами воздействия на окружающую природную среду со стороны промышлен-

ных предприятий являются потребление воды из внешних источников, а также отведение ее в водоемы и сброс с этой водой массы загрязняющих веществ. Однако изменение этих показателей в сторону уменьшения еще не является отражением эффективности природоохранной деятельности предприятия.

Предприятия горно-металлургического комплекса (ГМК) значительно разнятся по водопотреблению и водоотведению, а также количеству сбрасываемых загрязнений. Естественно, что эти показатели возрастают с увеличением производственной мощности предприятия. Однако для сопоставительного анализа ущерба, наносимого отдельными заводами и комбинатами окружающей природной среде, и оценки эффективности природоохранной деятельности необходимы критерии, которые не зависят от таких абсолютных величин, как мощность и размеры предприятия, и позволяют сравнивать объекты различной производительности. Кроме того, некоторые показатели являются лишь внутренними параметрами предприятия. Однако влияние этих показателей (например, доля оборотного водоснабжения в общем водопотреблении) на негативное воздействие предприятия на окружающую природную среду весьма велико.

На рассмотрение специалистов, занятых в области энергетики и экологии, представляется ряд критериев, по которым, с точки зрения авторов, следует оценивать

* Статья опубликована по материалам XVI Международной конференции «Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов», г. Щелкино, АР Крым, 2008 г.

эффективность деятельности предприятий в сфере защиты водных бассейнов.

Рассмотрим обобщенную схему водного хозяйства предприятия (рис. 1). Водное хозяйство обслуживает потребителей, которые охватываются системами оборотного водоснабжения, а также снабжающихся водой по прямоточной схеме. Обратные циклы подпитываются свежей водой с расходами $Q_{св.об.}$.

Для подпитки оборотных циклов могут использоваться также дренажные и поверхностные воды. В оборотных циклах возможны безвозвратные потери на испарение и каплеунос. Часть воды из оборотных циклов с расходом $Q_{прод.в.}$ сбрасывается в виде продувки в водоем. Некоторые потребители могут снабжаться по прямоточной схеме, потребляя расход $Q_{прям.}$ и сбрасывая примерно такое же количество незагрязненной воды $Q_{от.прям.}$. После использования в технических целях часть стоков может сбрасываться в сеть хозяйственно-бытовой канализации с расходом $Q_{отв.кан.}$. Наконец, некоторые потребители могут использовать в технических целях питьевую воду с расходом $Q_{св.пит.}$.

Одним из показателей рационального водоснабжения в приведенной схеме является коэффициент полезного использования свежей воды $K_{исп.}$ [3, 4]

$$K_{исп.} = 1 - \frac{Q_{отв.}}{Q_{св.}}, \quad (1)$$

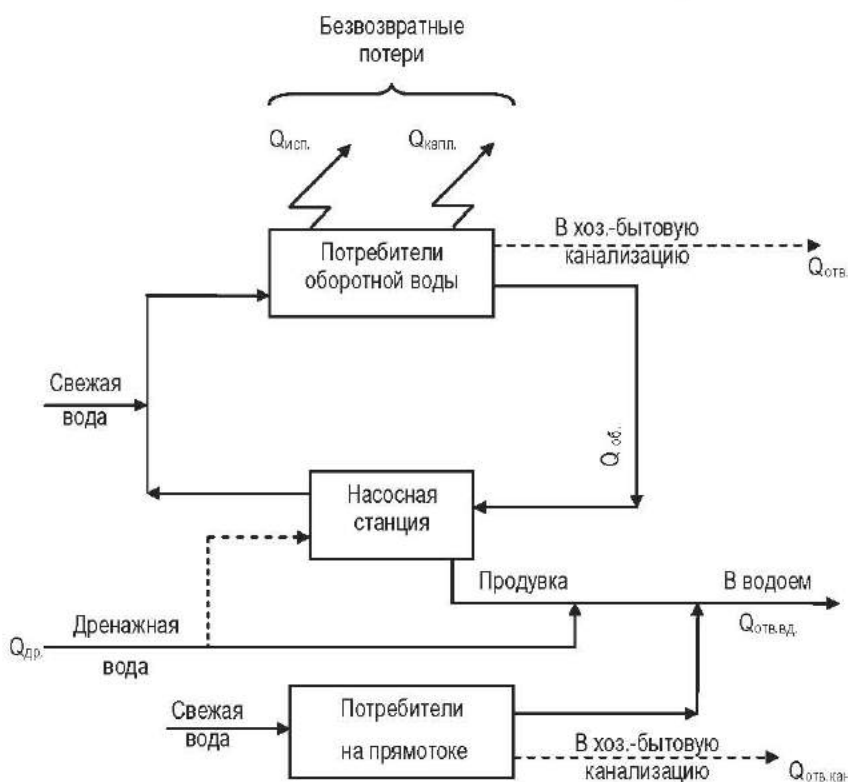


Рисунок 1 – Обобщенная схема водного хозяйства предприятия

где $Q_{отв.}$ – количество стоков, сбрасываемых в водоем $Q_{отв.вод.}$ за вычетом расхода дренажных вод $Q_{др.}$, $Q_{св.}$ – количество свежей воды, потребляемой на производственные нужды.

При этом расход $Q_{отв.}$ должен включать производственные стоки, сбрасываемые как в водоем ($Q_{отв.вод.}$), так и в хозяйственно-бытовую канализацию ($Q_{отв.кан.}$). Последняя величина определяется по формуле

$$Q_{отв.кан.} = Q_{х.б.} - Q_{пит.}, \quad (2)$$

где $Q_{х.б.}$ – количество всей воды, сбрасываемой в хозяйственно-бытовую канализацию, $Q_{пит.}$ – расход питьевой воды, потребляемой на бытовые нужды.

К потребителям оборотной воды на рис. 1 условно отнесены все объекты, на которые подается оборотная вода и где происходит испарение (градирни, а также, например, станы горячей прокатки и машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ)).

Если $Q_{х.б.} > Q_{пит.}$, то естественно предположить, что в бытовую канализацию сбрасывается некоторая часть производственных стоков, что и учитывается формулой (2). Если же $Q_{пит.} \geq Q_{х.б.}$, то следует принять $Q_{отв.кан.} = 0$.

Поскольку речь идет об упорядоченном использовании свежей воды из водоемов, скважин и т.п., а дренажные воды в разряд источников водоснабжения не входят (они большей частью вообще сбрасываются в водоемы без всякого использования), расход $Q_{др.}$ следует вычесть из общего расхода сбрасываемой воды, чтобы получить тот объем сбросов, который образуется только в результате эксплуатации водных систем предприятия. Итак,

$$Q_{отв.} = Q_{отв.вод.} + (Q_{х.б.} - Q_{пит.}) - Q_{др.}, \quad (3)$$

причем слагаемое $(Q_{х.б.} - Q_{пит.})$ учитывается только в том случае, если оно больше нуля.

Величина $Q_{св.}$ должна включать свежую воду, потребляемую на производственные нужды и полученную как из питьевого водопровода ($Q_{св.пит.}$), так и из источников технической воды ($Q_{св.пр.}$)

$$Q_{св.} = Q_{св.пит.} + Q_{св.пр.}, \quad (4)$$

Приведем примеры расчета $K_{исп.}$ для некоторых металлургических предприятий.



Таблица 1 – Водопотребление и водоотведение предприятий ГМК

№№	Предприятие	Год	Водопотребление, тыс. м³/год						Водоотведение, тыс. м³/год				Общий расход в оборотных системах, тыс. м³/год	Доля оборотного водоснабжения от общего водопотребления, %			
			Питьевая вода		На производственные нужды				Передано на др. предпр. и на др. нужды, Q _{к.б.}	Очищ.	Недост. очисл.	Без очистки		Всего, Q _{отв.в.}	По известной ф-ле	По рекомендациям зависимости	
			Всего	**В т.ч. на питьевые нужды, Q _{пит}	Питьевая, Q _{св.пит}	Технич., Q _{св.ар.}	Ливневые, дренажные, поверхностные и прочие воды Q _{др.}	Всего									
1	ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог»	2004	19 756,9	6325,1	11 694,3	43 924,2	19 928,16*	55 618	4212,9	12 743,2	–	30 241,56	21 068,48	51 310,04	1 285 810,2	95,8	97,1
2	ОАО «ММК им. Ильича»	2005	6859,3	3885,6	2830,1	81 680	–	84 510,1	143,6	7118,3	–	49 098,6	–	49 098,6	1 246 254,8	93,9	96,0
3	ОАО «МК «Азовсталь»	2005	5524,9	5353,6	–	18 272,2	792 041 (морская)	810 313	171,3	5749,5	575 925,1	202 331,5	–	778 256,6	218 092	21,9	–
4	ОАО «Днепропетровский МК им. Дзержинского»	2005	5577	2933,5	2643,5	139 077,3	2988,5*	141 720,8	–	3066,8	9606,3	120 951,4	2988,4	133 546,1	258 481	60,6	66,4
5	ОАО «Запорожсталь»	2004	13 643,1	11 030,7	280,8	143 700,9	1800 2978	145 712,5	39 452,9	9933,7	75,7	74 174	14 256,3	88 506	567 573	80,0	87,1
6	ОАО «Алчевский МК»	2004	3695,3	3640,5	20	15 046,6	–	15 066,6	545,2	3316	2,7	2386,7	251,8	2641,2	520 000	97,2	99,5
7	ОАО «Енакиевский металлургический завод»	2005	1852,8	1375,6	13,4	9354,5	–	9367,9	1900,9	169,4	–	–	1715,4	1715,4	378 101,2	97,6	99,5
8	СП «ООО «Метален»	2005	458,6	458,6	–	1437,1	–	1437,1	–	–	–	–	355,0	355,0	93 885,4	98,5	99,6
9	ОАО «Днепропетральсталь»	2004	2331,2	895,3	1390,5	11 229,9	330,6*	12 620,4	442,5	–	3,4	–	–	9793,3	11 815,6	48,4	54,7
10	ОАО «ДМЗ им. Петровского»	2005	1605,1	1568,5	–	113 683,9	–	113 683,9	1375,6	1455,2	–	320,8	103 312,4	108 055,8	36 952,4	24,5	25,5

Примечание:

*Дренажные воды сбрасываются в водоем без использования; н/о – доля оборотного водоснабжения не определялась.

**Расходы питьевой воды на санитарно-питьевые нужды и сброс воды в хозяйственно-бытовую канализацию для всех предприятий приняты по данным статистической отчетности.

Таблица 2 – Сброс в водоемы загрязнений общего характера

№№	Предприятие	Год	Масса загрязнений, сбрасываемых в течение года												
			Нефте-продукты, кг	Взвешенные вещества, т	Сухой остаток, т	Хлориды, т	Сульфаты, т	Фосфаты, т	Азот аммонийный, т	Железо, кг	Нитраты, т	Нитриты, т	СПАВ, кг	Жиры масла, кг	ХПК, т
1	ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог»	2004	14 079,8 23 405,7	466,1 624,3	11 585 72 873,1	1378 15 232,7	3015 27 080,6	6905,8 4131,4	37,4 60,8	8529,3 31 203,4	– 1367,3	2,9 98,2	– –	– –	– 1298,8
2	ОАО «ММК им. Ильича»	2005	14 138 7346,3	425,5 583	– 121 826,6	1735,8 17 900,8	5720,2 39 762,4	– 63,99	69,8 125,1	8496,3 49 458,7	– 807,7	– 60,9	– –	4603,8 –	– 1059,4
3	ОАО «МК «Азовсталь»	2005	1346,5 –	209,3 174,2	– –	– –	– –	– –	29,6 45,4	4488,5 500	– 1,5	– 0,5	– –	– –	– –
4	ОАО «Днепровский МК им. Дзержинского»	2005	981,4 32 446,4	152,8 285,5	1349 8478	123,3 1377	145,5 2029,7	2423 3807	5,0 12,8	2361,4 21 206	– 344,7	– 5,9	– –	– –	125,3 228,6
5	ОАО «Запорожсталь»	2004	1,4 34,7	575,6 2313	73,4 32 685,8	169,4 6328,1	124,5 28 238,2	6,9 1,8	23,6 281,9	0,035 227,8	– 184,4	1,6 37,2	1,6 –	– –	369,6 1021,6
6	ОАО «Апчевский МК»	2004	– 4113,5	74,3 17,1	4342,2 5022,5	801,5 1034,4	1309,4 1508,2	22 432 209,7	13,8 3,3	1706,3 724	23,9 42,6	3,0 0,8	286,2 –	– –	407,9 84,1
7	ОАО «Енакиевский метзавод»	2005	89,8 1347,2	7,6 68,3	191,3 3776	45,8 745,5	58,5 1625,7	97,4 161,1	1,5 14,1	96,5 1421,6	1,1 12,1	0,1 7,5	– 247,7	– –	13,2 86,9
8	СП «ООО «Метален»	2005	– 178,5	– 16,9	– 797,6	– 153,7	– 340,3	– 267,1	– 3,7	– 275,6	– 2,4	– 1,9	– 111,1	– –	– 28,2
9	ОАО «Днепрспецсталь»	2004	338,0 3308,0	89,7 508,5	839,1 3886,8	87,3 314,8	185,4 865,5	– –	2,2 –	567,8 1530,0	– –	– –	55,4 –	– –	– –
10	ОАО «ДМЗ им. Петровского»	2005	634 8103	38,4 169,2	439,3 5623,6	39,6 665,8	74,6 1461	– 2853	1,3 15,4	897 7812	– 49,0	– 47,0	130 0,4	– –	– –



Таблица 3 – Сброс в водоемы специфических и особо токсичных загрязнений

№№	Предприятие	Год	Масса загрязнений, сбрасываемых в течение года, кг																	
			Алюминий	Фенолы	Цинк	Кобальт	Кадмий	Марганец	Никель	Медь	Свинец	Роданиды	Хром 6+	Сероводород, сульфиды, сульфиты	Фториды	Бор				
1	ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог»	2004	-	36,0	-	-	-	2907,2	-	-	-	209,8	-	-	2267,1	-	383,8	-	-	-
2	ОАО «ММК им. Ильича»	2005	-	3,6	5464,7	-	-	5588,1	-	-	142,1 641,1	-	-	-	191,7	-	27,6	-	-	-
3	ОАО «МК «Азовсталь»	2005	-	-	498	11	-	642	-	-	321	-	-	1159	-	-	-	-	-	-
4	ОАО «Днепропетровский МК им. Дзержинского»	2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	ОАО «Запорожсталь»	2004	-	0,032 0,0232	-	-	-	15,5	-	2,35	0,3814	-	-	-	3,3	-	-	71,97 (сульфиды)	179,4	0,0001
6	ОАО «Алчевский МК»	2004	-	4,4 0,4	-	-	-	32,6	-	-	-	-	-	-	42,6	62,2 1,8	-	-	-	14,5
7	ОАО «Енакиевский металлургический завод»	2005	-	13,3	-	-	-	224,8	-	-	-	-	-	-	144,7	-	-	-	-	27,2
8	СП «ООО «Метален»	2005	-	1,7	-	-	-	60,0	-	-	-	-	-	-	33,2	-	-	-	-	6,7
9	ОАО «Днепропетсталь»	2004	-	-	-	-	-	-	-	670	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	ОАО «ДМЗ им. Петровского»	2005	-	-	-	-	-	-	-	-	112 0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Для ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» – формулы (3), (4): $Q_{отв.} = 51\,310 + (12\,743,6 - 6325,7) - 19\,928 \approx 37\,800$; $Q_{св.} = 11\,694 + 43\,924 = 55\,618$.

$$K_{исп.} = 1 - \frac{37800}{55618} = 0,32.$$

Для ОАО «ММК им. Ильича»

$Q_{отв.} = 4909 + (7118 - 3888) = 52\,331$;
 $Q_{св.} = 2830 + 81\,680 = 84\,510$.

$$K_{исп.} = 1 - \frac{52331}{84510} = 0,38.$$

По аналогичным расчетам, для ОАО «Днепровский МК им. Дзержинского» $K_{исп.} = 0,078$; для ОАО «Запорожсталь» $K_{исп.} = 0,42$; для ОАО «Алчевский МК» $K_{исп.} = 0,82$ и т.д.

Как видно из приведенных расчетов, среди рассмотренных предприятий наибольший коэффициент использования свежей воды имеет ОАО «Алчевский МК», а самый низкий – ОАО «Днепровский МК им. Дзержинского».

Другим важным показателем успешной работы экологических и энергетических служб предприятий является доля оборотного водоснабжения в общем водопотреблении. Если предприятие рассматривать как объект, взаимодействующий с окружающей природной средой, то, с точки зрения защиты водных бассейнов, основное значение имеют количество воды, забираемое из внешних источников, а также объем стоков и масса загрязнений, сбрасываемых в эти источники. Рассмотрим, например, завод железобетонных изделий, потребляющий воду, главным образом, для производства бетона, т.е. безвозвратно, а поэтому имеющий незначительные объемы сброса сточных вод. Коэффициент использования воды на таком заводе будет очень высоким. Такого значения $K_{исп.}$ значительно труднее достигнуть на предприятии, имеющем сложное водное хозяйство, в том числе много оборотных систем водоснабжения. Поэтому коэффициент использования воды в обороте $K_{об.}$ также имеет важное значение как показатель удовлетворительной деятельности предприятия по упорядочению своего водного хозяйства и предотвращению сброса в водоемы. В работе [3] приводится следующая зависимость для определения коэффициента использования воды в обороте $K_{об.}$

$$K_{об.} = \frac{Q_{об.}}{Q_{об.} + Q_{св.}} \quad (5)$$

где $Q_{об.}$ – расход оборотной воды на предприятии, $Q_{св.}$ – расход потребляемой свежей воды ($Q_{св.} = Q_{св.пит.} + Q_{св.пр.}$).

По этой зависимости рассчитана доля воды в обороте для предприятий (табл. 1, колонка 17). Но, по мнению

авторов статьи, эта зависимость нуждается в уточнении. Допустим, что предприятие добилось 100-процентного использования воды в обороте, т.е. ликвидировало все сбросы. Однако от потребления свежей воды для компенсации безвозвратных потерь отказаться невозможно. Значение $K_{об.}$, рассчитываемое по формуле (5), ни при каких условиях не может равняться единице, т.е. не отражает фактического положения (полная ликвидация сбросов). Поэтому для $K_{об.}$ рекомендуется следующая приближенная зависимость:

$$K_{об.} = \frac{Q_{об.}}{Q_{об.} + Q_{отв.}} \quad (6)$$

В предельном случае эта зависимость, в отличие от (5), точно отражает действительное положение дел: если $Q_{отв.} = 0$, $K_{об.} = 1$.

Значения коэффициента $K_{об.}$, рассчитанные по формуле (6), приведены в табл. 1 (колонка 18). Они несколько выше, чем значения, полученные по формуле (5).

Для сопоставительной оценки эффективности природоохранной деятельности предприятий важное значение имеют удельное водопотребление $q_{об.} = Q_{об.}/\Pi$ и удельное водоотведение $q_{отв.} = Q_{отв.}/\Pi$, где Π – объем производства основной продукции предприятия (к примеру, стали с учетом всех переделов: производства агломерата, чугуна, используемого при выплавке стали, и проката из этой стали). Но более показательной является величина $q_{отв.}$, так как $Q_{отв.}$ – это тот параметр, на уменьшение которого непосредственно могут быть направлены усилия энергетической и экологической службы (увеличение доли водооборота, уменьшение производного расхода за счет применения стабилизационной обработки воды и пр.). Данные по удельному водопотреблению и водоотведению на ведущих предприятиях ГМК и их краткий анализ приведены в работе [5] и здесь не рассматриваются.

Наконец, весьма важным показателем является удельный сброс загрязнений на одну тонну производимой основной продукции. Однако массу загрязнений следует принимать не в абсолютных единицах (как это приведено в табл. 2 и 3), а в условных

$$M_{усл.i} = M_{ас.і} \frac{1}{ПДКі} \quad (7)$$

где $\frac{1}{ПДКі}$ – показатель относительной опасности данного вещества (ПДКі – предельно допустимая концентрация i-го компонента в водоемах рыбохозяйственного назначения) [6].

Значения ПДК принимались в основном в соответствии с источниками [6, 7] и лишь для сухого остатка и



ХПК – как ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого назначения.

В табл. 4, 5 приведены общие объемы сбрасываемых загрязнений в условных единицах $M_{\text{усл.1}}$ и удельные объемы $m_{\text{усл.1}}$ для девяти наиболее крупных металлургических предприятий (абсолютные значения $M_{\text{абс.1}}$ – в табл. 2, 3). При этом такие загрязняющие вещества, как железо и нефтепродукты, которые не являются характерными для хозяйственно-бытовых стоков, были полностью отнесены к производственным сбросам.

Такая интерпретация данных позволяет обнаружить неожиданные факты. Оказывается, наибольшую долю загрязнений, сбрасываемых предприятиями черной металлургии в водоемы, составляет железо (60 %). На втором месте – фосфаты (12,2 %).

По данным табл. 5, наибольшее количество удельных сбросов – на ОАО «ДМЗ им. Петровского». Самый низкий показатель – на ОАО «Алчевский МК».

Приведение массы загрязнений к условным единицам (для каждого предприятия) позволяет указать, сброс каких вредных веществ заводу или комбинату следует сократить в первую очередь, чтобы достичь максимального природоохранного эффекта.

Так, ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» следует особое внимание обратить на очистку сточных вод от железа и фосфатов, ОАО «ММК им. Ильича» – от железа, ОАО «Запорожсталь» – от азота аммонийного, взвешенных веществ, нитритов и т.д.

Все приведенные выше критерии и оценки могут быть определены на основе изучения форм статистической отчетности (формы 2 ТП-водхоз), где приводятся необходимые данные: количество потребляемой воды, сбрасываемых стоков и загрязнений. Однако для большей объективности при определении $M_{\text{усл.1}}$ из общей массы сбрасываемых загрязнений следует вычесть те, что поступают на предприятие со свежей водой (таких данных в формах 2 ТП-водхоз нет).

Рассмотренные выше предприятия, даже если это комбинаты с полным металлургическим циклом, отличаются друг от друга номенклатурой выпускаемой продукции и сложностью технологических процессов, что может отразиться как на стоимости продукции, так и на количестве потребляемой и отводимой воды и сбросе загрязнений (к примеру, ОАО «ММК им. Ильича», в составе которого имеется производство холоднокатаного листа, и ОАО «Енакиевский метзавод», где такого производства нет). Поэтому представляют интерес и такие данные, как объем отводимой воды и количество сбрасываемых загрязнений на единицу стоимости (или себестоимости) выпускаемой продукции. При этом из общей стоимости продукции следует вычесть стоимость заку-

паемого сырья и учитывать только собственные затраты завода или комбината на производство продукции. Однако в настоящее время определить этот показатель не всегда представляется возможным, поскольку нет свободного доступа к технико-экономическим показателям работы предприятий.

Таким образом, для определения эффективности использования предприятиями воды из внешних источников, а также для оценки их деятельности в области защиты водных бассейнов рекомендуются следующие критерии:

- коэффициент полезного использования свежей воды;
- доля оборотного водоснабжения в общем водопотреблении предприятия;
- удельный расход сбрасываемых в водоем сточных вод на 1 т продукции;
- удельный сброс загрязнений (в условном выражении) на 1 т продукции.

Особый интерес эти показатели представляют не сами по себе, а именно при сравнительной оценке эффективности природоохранной деятельности предприятий ГМК с аналогичными производственными циклами.

Следует отметить, что первые три показателя известны, однако в данной работе предлагается и обосновывается уточненная методика их определения. Четвертый критерий – удельный сброс загрязнений в условном выражении – насколько нам известно, до сих пор нигде не использовался.

Приглашаем научных сотрудников, инженеров и менеджеров, которые работают в области защиты водных бассейнов, принять участие в обсуждении положений, выдвинутых в данной работе.

ВЫВОДЫ

Эффективность использования воды на предприятиях ГМК и деятельность предприятий по защите водных бассейнов рекомендуется оценивать с помощью следующих критериев:

- коэффициент полезного использования свежей воды;
- доля оборотного водоснабжения в общем водопотреблении;
- удельное водоотведение в водоемы на 1 т продукции;
- удельный сброс загрязнений (в условном выражении) на 1 т продукции.

Первые три критерия известны, однако в работе предлагается уточненная методика их определения.

Четвертый критерий – удельный сброс загрязнений (в условных единицах) – впервые предлагается в данной работе.

Таблица 4 – Сброс в водоемы загрязнений общего характера

№№	Предприятие	Год	Масса загрязнений, сбрасываемых в течение года, усл. т													
			Нефте-продук-ты	Взве-шенные веще-ства	Сухой остаток	Хлори-ды	Сульфа-ты	Фосфа-ты	Азот ам-моний-ный	Железо	Нитраты	Нитриты	СПАВ	Жиры и масла	ХПК	Всего по пред-приятию
1	ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог»	2004	749,7	187,3	72,9	50,77	270,8	2065,7	155,9	7946,5	34,2	1227,5	-	-	86,6	13 100,3
2	ОАО «ММК им. Ильича»	2005	429,7	174,9	121,8	59,6	397,6	32,0	320,8	11 591,0	20,2	761,2	-	230,2	70,6	14 209,6
3	ОАО «МК «Азовсталь»	2005	26,9	52,3	-	-	-	-	116,4	997,7	-	6,25	-	-	-	1199,6
4	ОАО «Днепропетровский МК им. Дзержинского»	2005	668,6	85,6	8,5	4,6	202,0	1904,0	32,8	4713,5	8,6	73,8	-	-	15,2	7717,2
5	ОАО «Запорожсталь»	2004	0,7	693,9	32,7	21,1	282,4	0,9	722,8	45,6	4,6	465,0	-	-	68,1	2337,8
6	ОАО «Алчевский МК»	2004	82,3	5,1	5,0	3,4	15,1	104,8	8,5	486,1	1,1	10,0	0,6	-	4,3	726,0
7	ОАО «Енакиевский металлургический завод» и СП «ООО «Метален»	2005	32,3	5,1	0,8	0,5	3,4	214,1	45,6	358,7	0,6	11,2	0,7	-	7,7	680,6
8	ОАО «Днепропетсталь»	2004	72,9	152,6	3,9	1,0	8,7	-	-	401,6	-	-	-	-	-	640,7
9	ОАО «ДМЗ им. Петровского»	2005	174,7	50,8	5,6	2,2	146,1	1428,0	39,5	1741,8	1,2	587,5	-	-	-	4177,4
	Итого		2237,8	1407,6	251,2	143,1	1326,1	5749,5	1442,3	28 282,5	70,5	3212,9	-	230,2	252,5	44 606,2



Таблица 5 — Сброс в водоемы специфических и особо токсичных загрязнений (СОТЗ), общий сброс загрязнений (усл. т) и удельный сброс загрязнений (усл. т/1000 т стали)

№№	Предприятие	Год	Масса загрязнений, сбрасываемых в течение года, усл. т													
			Фено-лы	Цинк	Марганец	Никель	Медь	Свинец	Роданиды	Хром 6+	Сероводород, сульфиды, сульфиты	Фтор	Цианиды	Всего СОТЗ по предприятию	Всего ОЗ и СОТЗ по предприятию	Производство стали, тыс. т/год
1	ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог»	2004	36,0	—	290,7	—	42,0	—	15,1	383,8	—	—	767,6	13 867,9	7 127,4	1,946
2	ОАО «ММК им. Ильича»	2005	3,6	546,5	558,8	35,6	156,6	—	1,3	27,6	—	1330,0	15 539,6	6 948,9	2,236	
3	ОАО «МК «Азовсталь»	2005	—	49,8	64,2	2,5	64,2	11,6	—	—	—	192,0	1361,0	5 883,2	0,231	
4	ОАО «Днепропетровский МК им. Дзержинского»	2005	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7 717,2	3 228,5	2,390	
5	ОАО «Запорожсталь»	2004	0,03	—	1,6	0,24	0,1	—	—	—	7,2 (сульфиды)	3,6	12,7	2 350,5	4 444,4	0,529
6	ОАО «Алчевский МК»	2004	4,8	—	3,3	—	—	—	0,3	64,0	—	0,3	72,6	798,6	3 769,4	0,212
7	ОАО «Енакиевский металлургический завод» и СП «ООО «Метален»	2005	15,0	—	28,5	—	—	—	1,19	—	—	0,7	45,4	726,0	2 353,5	0,308
8	ОАО «Днепропетсталь»	2004	—	—	—	67,0	—	—	—	—	—	—	67,0	707,7	502,4	1,407
9	ОАО «ДМЗ им. Петровского»	2005	—	—	—	—	22,5	—	—	—	—	22,5	4 199,9	12 46,9	3,368	
	Итого		59,43	596,3	947,1	105,4	285,3	11,6	17,9	475,4	3,6	1,0	2502,9	47 109,1	35 504,6	1,327

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Довкілля України : статистичний збірник [Текст]. – Київ: Державний комітет статистики України, 2007. – 242 с.
2. Довкілля України : статистичний збірник [Текст]. – Київ: Державний комітет статистики України, 2005. – 260 с.
3. **Когановский, А.М.** Обратное водоснабжение химических предприятий [Текст] / А.М. Когановский, В.Д. Семенюк. – К. : Будівельник, 1975. – 232 с.
4. **Алферова, Л.А.** Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов [Текст] / Л.А. Алферова, А.П. Нечаев. – М. : Стройиздат, 1984. – 272 с.
5. **Сталинский, Д.В.** Анализ водопотребления и водоотведения на предприятиях горно-металлургического комплекса Украины за 2004–2005 гг. [Текст] / Д.В. Сталинский В.Д. Мантула, С.И. Эпштейн, З.С. Музыкаина, А.И. Кондра-тенко // Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов : сборник научных статей XIV Международной научно-практической конференции. В 2-х т. Том 2. / УкрГНТЦ «Энергосталь». – Харьков : «Издательство Сага», 2007. – С. 172–182.
6. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов [Текст]. – М. : Министерство рыбного хозяйства СССР, 1990. – 43 с.
7. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі в наслідок порушення законодавства про охорону та раціональні використання водних ресурсів. Затверджено наказом Міністерства охорони навколишнього середовища та ядерної безпеки України від 18 травня 1995 року № 37 [Текст].

Поступила в редакцию 10.04.2008

Пропонуються критерії оцінки ефективності водокористування та захисту водних басейнів на підприємствах чорної металургії: коефіцієнти використання свіжої води та води в обороті, питомі обсяги скидів стічних вод та скидів забруднень в умовному виразі. Останній показник у даній роботі введено вперше.

Criteria for assessment of water-use and water pool protection efficiency at ironworks are suggested, namely: use ratio of fresh water, of water in circulation, specific waste water discharge and pollutants' discharge in conditional expression. Last parameter is given first in this work.