



УДК 628.171.034.2:669.1

Д.В. СТАЛИНСКИЙ, д.т.н., генеральный директор,

В.Д. МАНТУЛА, заместитель генерального директора, директор НИИ «Энергосталь»,

С.И. ЭПШТЕЙН, к.т.н., ведущий научный сотрудник,

З.С. МУЗЫКИНА, к.т.н., ученый секретарь, **А.И. КОНДРАТЕНКО**, младший научный сотрудник

УкрГНТЦ «Энергосталь», г. Харьков

АНАЛИЗ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ

На основе обобщенных данных статистической отчетности наиболее крупных предприятий горно-металлургического комплекса Украины определены суммарное водопотребление, водоотведение [в т.ч. стоков недостаточно очищенных и без очистки], доля водооборота, удельные показатели водопотребления и водоотведения на 1 т стали, сопоставлены данные с показателями 1989 г.

водопотребление, водоотведение предприятий ГМК, удельное водопотребление и водоотведение, доля водооборота

Деятельность предприятий горно-металлургического комплекса (ГМК) оказывает большое влияние на экологическую обстановку в Украине. В частности, сбросы в водоемы загрязненных сточных вод заводов и комбинатов черной металлургии составляют значительную долю промышленных стоков всех предприятий Украины. При этом следует отметить, что черная металлургия – одна из наиболее водопотребляющих отраслей промышленности – в настоящее время динамично развивается.

Доля черной металлургии в общем водопотреблении и водоотведении представлена в табл. 1.

Как следует из табл. 1, по водопотреблению металлургическая промышленность находится на четвертом месте (после электроэнергетики, ЖКХ и сельского хозяйства), по объему сбрасываемых вод – на втором после ЖКХ. При этом среди отраслей промышленности черная металлур-

гия находится на втором месте по водопотреблению и на первом месте по сбросу загрязненных сточных вод.

Доля металлургической промышленности в общем водопотреблении всех отраслей хозяйственного комплекса Украины составляет 15 %, а в сбросе загрязненных сточных вод – 22 %.

Анализ водопотребления и водоотведения выполнен на основании изучения данных по крупнейшим металлургическим предприятиям, трубным и ферросплавным заводам, ГОКа. Обобщенные данные приведены в табл. 2 [2].

Суммарное водопотребление (табл. 2) – это общий расход воды для всех потребителей, как работающих на прямотоке, так и использующих оборотную воду. Доля оборотного водопотребления ($D_{об}$) определялась следующим образом:

Таблица 1 – Потребление свежей воды и отведение воды в поверхностные природные объекты предприятиями отраслей экономики [1]

Отрасль	Использовано воды			Водоотведение сточных вод в поверхностные природные объекты	
	всего	на хозяйственно-бытовые нужды	на производственные нужды	всего	в т.ч. загрязненных
Электроэнергетика	3124	58	3064	2494	316
Металлургическая промышленность	1557	76	1480	1450	774
Угольная промышленность	67	20	20	548	472
Химическая и нефтехимическая промышленность	191	21	170	218	80
Машиностроение	115	37	78	57	33
Жилищно-коммунальное хозяйство	2498	2095	352	2801	1646
Сельское хозяйство	2233	25	230	1074	58
Пищевая промышленность	175	17	156	81	17
Транспорт	46	29	17	30	8
Промышленность стройматериалов	31	6	24	31	11
Нефтегазовая промышленность	19	3	13	14	7
Другие отрасли	132	22	102	102	22
Всего по Украине	10 188	2409	5706	8900	3444

Таблица 2 – Обобщенные данные по водопотреблению и водоотведению крупнейших предприятий ГМК

№№ п/п	Параметр	Объем воды, млн м ³ /год
1	Суммарное водопотребление	7414,2
2	Водопотребление свежей технической воды:	1557,5
	• в т.ч. на хозяйственно-бытовые нужды	51,7
	• на производственные нужды	1505,8
3	Водоотведение в водоемы:	1269,1
	• в т.ч. недостаточно очищенных	487,7
	• без очистки	148,3
4	Потребление оборотной воды	6133,0
5	Сброс технической воды в хозяйственно-бытовую канализацию	13,0
6	Безвозвратные потери	236,7
7	Доля водооборота	0,83

$$D_{ог} = \frac{W_{ог}}{W_{ог} + W_{в.отв.} + (W_{в.х.ф.} - W_{пит.})}$$

где $W_{ог}$ – объем воды, потребляемой в оборотных системах, тыс. м³/год; $W_{в.отв.}$ – общий сброс воды в водоемы, тыс. м³/год; $W_{в.х.ф.}$ – сброс воды в хозяйственно-фекальную канализацию;

$W_{пит.}$ – потребление питьевой воды на питьевые нужды.

Слагаемое $(W_{в.х.ф.} - W_{пит.})$ учитывается, только если $(W_{в.х.ф.} - W_{пит.}) > 0$.

На основе анализа имеющихся данных можно отметить значительную долю оборотной воды в суммарном водопотреблении. Так, на трубных заводах эта величина составляет более 95 %, на ферросплавных – почти 100 %, на ГОКах – примерно 99 %. На металлургических предприятиях дело обстоит несколько хуже, хотя и в этой группе на ряде заводов доля водооборота в суммарном водопотреблении составляет 95–100 %. Значительно меньше доля оборотного водоснабжения на ОАО «МК «Азовсталь», ОАО «Днепропетровский меткомбинат им. Дзержинского», ОАО «Днепропетросталь», ОАО «Керченский меткомбинат», ОАО «ДМЗ им. Петровского», т.е. на предприятиях, расположенных вблизи крупных источников, в которые они осуществляют значительный сброс условно-чистых вод.

Из числа изученных четырнадцать металлургических заводов и комбинатов (ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог», ОАО «ММК им. Ильича», ОАО «МК «Азовсталь», ОАО «Днепропетровский меткомбинат им. Дзержинского», ОАО «ЗМК «Запорожсталь», ОАО «Алчевский меткомбинат», ОАО «Макеевский меткомбинат» совместно с ЗАО «Макеевский метзавод», ОАО «Енакиевский метзавод» совместно с СП «ООО «Метален», ОАО «ДМЗ им. Петровского», ОАО «Днепропетросталь», ЗАО «Константиновский металлургический завод», ОАО «Керченский металлургический комбинат», ОАО «КМЗ им. Куйбышева» (г. Краматорск), ОАО «Донецкий металлургический завод» совместно с ЗАО «Донецксталь» – металлургический завод) расходуют 97,18 % свежей технической воды и 82,38 % обо-



ротной. На долю этих крупных предприятий приходится 85,16 % суммарного расхода и 98,76 % общего водоотведения. Поэтому именно эти заводы и комбинаты отображены для дальнейшего анализа показателей водопотребления и водоотведения на предприятиях ГМК.

На рис. 1 представлены сопоставительные данные по потреблению воды на производственные нужды, при этом внешние источники – это технический водопровод, дренажные, ливневые, шахтные воды, а на меткомбинате «Азовсталь» – также и морская вода. Она идет на пополнение потерь в оборотных циклах и на нужды потребителей, не включенных в оборотные циклы.

Как следует из приведенных данных, наибольшие суммарные расходы – на самых больших предприятиях – ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» и ОАО «ММК им. Ильича». Однако данные по общему водопотреблению и водоотведению еще не дают полной картины положения дел в этой области. Для более точного анализа необходимо определить удельные показатели на 1 т выпускаемой продукции.

В табл. 3 и на рис. 2 приведены данные по удельному водопотреблению и водоотведению на 1 т стали по основным предприятиям ГМК. Как следует из них, наиболее экономны в потреблении свежей воды ОАО «Алчевский меткомбинат» (4,00 м³/т) и ОАО «Енакиевский метзавод» (4,79 м³/т). На

этих же заводах – и наименьшее удельное водоотведение – 0,70 м³/т и 0,92 м³/т соответственно. На других предприятиях, удаленных от крупных водоемов (ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог», ОАО «ММК им. Ильича», ОАО «Макеевский меткомбинат» совместно с ЗАО «Макеевский метзавод», ОАО «Донецкий металлургический завод» совместно с ЗАО «Донецксталь» – металлургический завод), удельное потребление свежей воды находится в пределах 10,3–12,2 м³ на 1 т стали. Значительно больше свежей воды потребляют предприятия, расположенные вблизи крупных водоемов (ОАО «Днепропетровский меткомбинат им. Дзержинского» – 44,82 м³/т, ОАО «ЗМК «Запорожсталь» – 33,46 м³/т, ОАО «Днепрспецсталь» – 25,78 м³/т, ОАО «ДМЗ им. Петровского» – 91,17 м³/т, ОАО «МК «Азовсталь», использующее морскую воду – 137,73 м³/т). Естественно, что удельный сброс в водоемы на этих предприятиях (~20–87 м³/т, на ОАО «МК «Азовсталь» – 132 м³/т) значительно больше, чем на предприятиях первой группы (4,6–7,2 м³/т).

Представляют интерес данные по удельному суммарному водопотреблению. Здесь также отчетливо видно различие между теми предприятиями, которые находятся вблизи больших водоемов, и теми, которые расположены от них на значительном удалении. Среднее водопотребле-

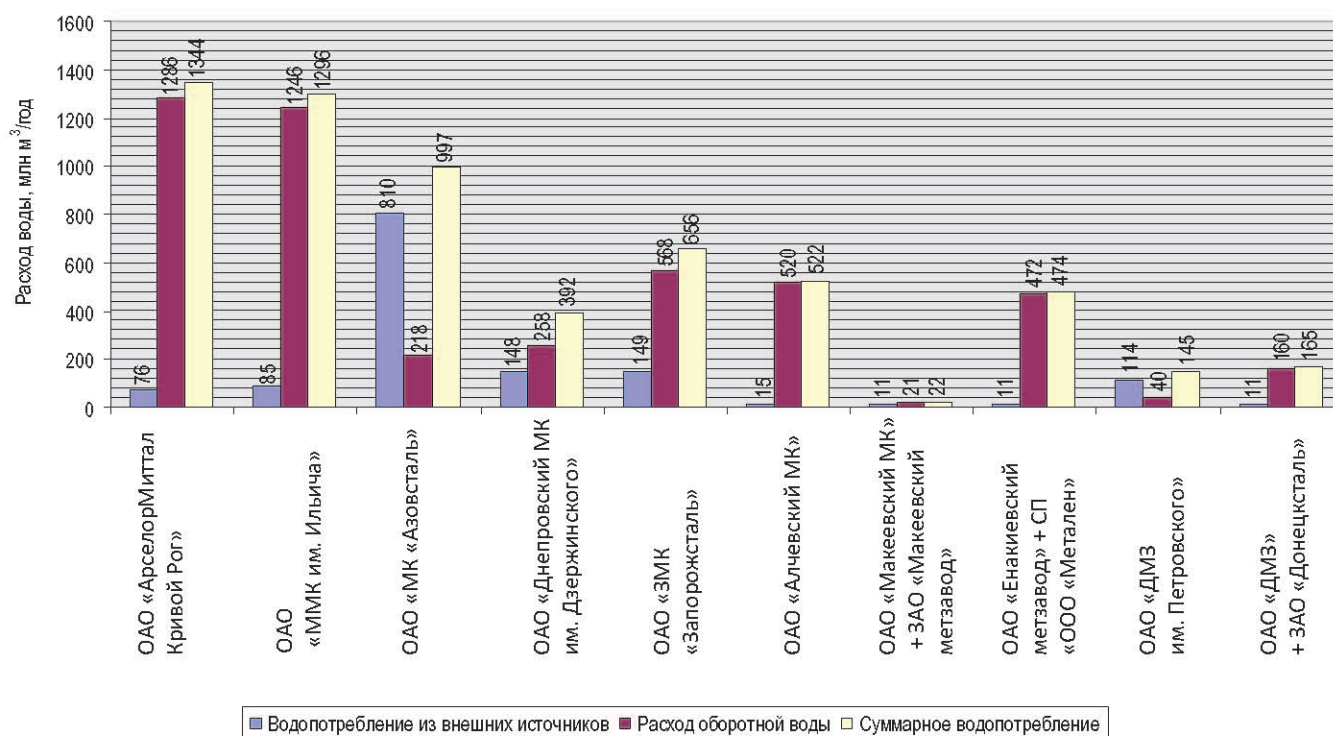


Рисунок 1 – Водопотребление на ряде основных предприятий ГМК, млн м³

Примечания: 1. Водопотребление из внешних источников включает потребление свежей технической воды, шахтных, ливневых, дренажных вод, а также морской воды на ОАО «Азовсталь». 2. Суммарное водопотребление – это общая потребность в воде потребителей, включенных в оборотные системы водоснабжения, и потребителей, работающих на прямоходе (т.е. сбрасывающих воду после использования в ливневую, хозяйственно-бытовую канализацию или в водоем).

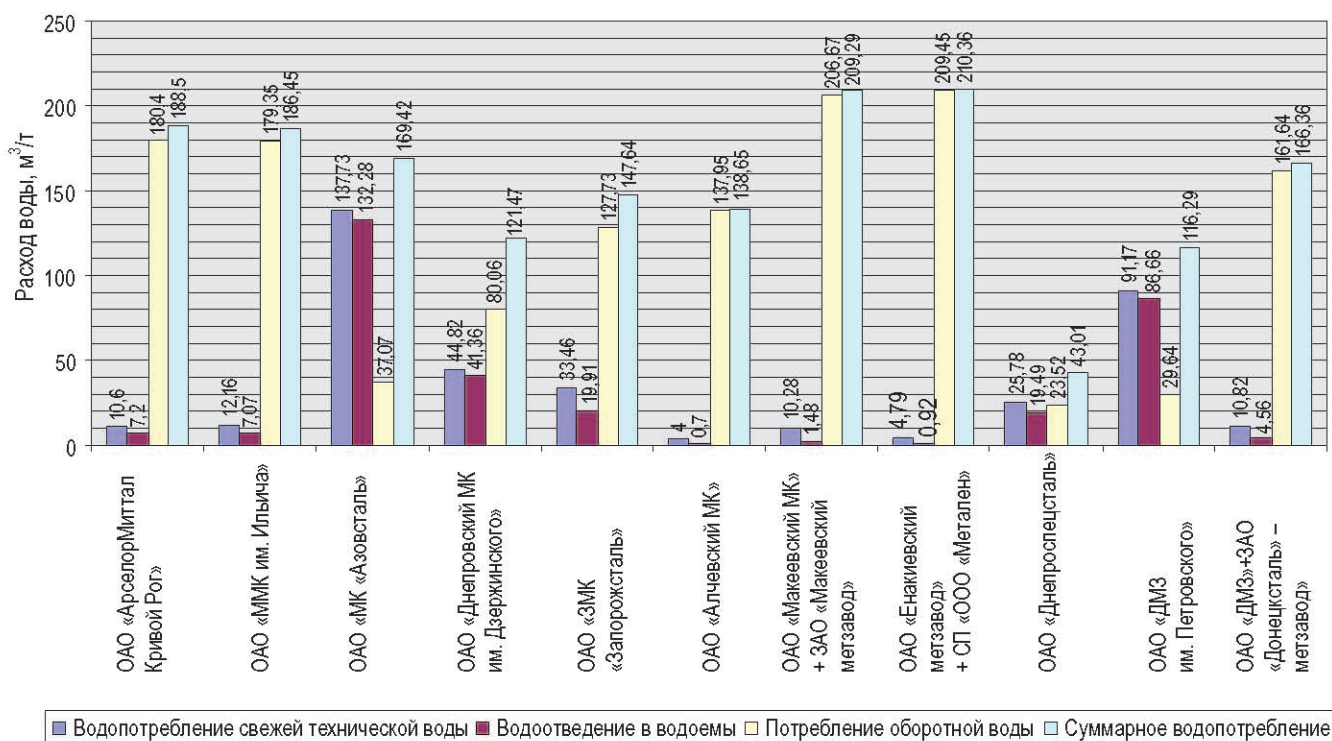


Рисунок 2 – Удельное водопотребление и водоотведение на крупных предприятиях ГМК, м³ на 1 т стали

ние на 1 т стали на предприятиях, расположенных вблизи водоемов, составляет 128 м³/т (с отклонениями от этого значения не более 15 %), а на заводе «Днепропетросталь» этот показатель равен 43 м³/т, что можно объяснить отсутствием таких водопотребляющих производств, как аглофабрика и доменный цех. В то же время на предприятиях другой группы этот показатель колеблется от 139 до 210 м³/т, составляя в среднем 183 м³/т, т.е. в 1,43 раза больше. К этой же группе относится и ОАО «МК «Азовсталь» (169 м³/т), много производств которого работает по прямой схеме на морской воде (т.е. с повышенным содержанием). Одна из причин такого различия в значениях удельного водопотребления – это качество добавочной воды (в районах Донбасса более высокие содержание и начальная жесткость, что приводит к увеличению этих показателей и в оборотной воде, в связи с чем стремятся за счет увеличения расхода не допускать повышения ее температуры до тех значений, при которых начинается образование плотных солевых отложений). Однако это предположение требует дополнительной проверки.

Следует отметить, что показатели удельного суммарного водопотребления на производство 1 т стали с дальнейшим переделом сопоставимы с теми, которые указаны в «Укрупненных нормах водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности» [3]. Предприятия, расположенные вдали от крупных водоемов, не превышают норм потребления свежей воды – 26 м³/т. Что же касается удельных сбросов воды в водоемы, то

здесь только четыре предприятия (ОАО «Алчевский меткомбинат», ОАО «Макеевский меткомбинат» совместно с ЗАО «Макеевский метзавод», ОАО «Енакиевский метзавод» совместно с СП «ООО «Метален» и ОАО «Донецкий металлургический завод» с ЗАО «Донецксталь» – металлургический завод) не превышают указанные нормы – 4,2 м³/т. Но следует отметить, что нормы водопотребления и водоотведения [3] определены при том условии, что на предприятии имеется ТЭЦ, которая полностью удовлетворяет потребности завода или комбината в электроэнергии. Поэтому сопоставление фактического удельного водопотребления с нормативным, хотя и представляет определенный интерес, не является вполне корректным, так как не все предприятия имеют такие мощные электростанции (следовательно, и водопотребление на них меньше). Что же касается водоотведения, то здесь вполне определенно можно утверждать, что оно для большинства предприятий превышает нормативное, и если бы эти предприятия имели достаточно мощные ТЭЦ, то сбросы были бы еще больше.

В ряде случаев вода, использованная на производственные нужды, сбрасывается в хозяйственно-бытовую канализацию. Эта величина приводится и ориентировочно оценивается по формуле

$$Q_{пр/хб} = Q_{сбр/хб} - Q_{num/num}$$

где $Q_{пр/хб}$ – сброс использованной на промышленные нужды воды в хозяйственно-бытовую канализацию;



Таблица 3 – Удельное водопотребление и водоотведение на крупных предприятиях ГМК

Предприятие	Производство стали, тыс. т	Водопотребление свежей технической воды, м ³ /т	Водоотведение в водоемы, м ³ /т	Потребление оборотной воды, м ³ /т	Суммарное водопотребление, м ³ /т
ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог»	7127,4	10,60	7,20	180,40	188,50
ОАО «ММК им. Ильича»	6948,9	12,16	7,07	179,35	186,45
ОАО «МК «Азовсталь»	5883,2	137,73	132,28	37,07	169,42
ОАО «Днепропетровский меткомбинат им. Дзержинского»	3228,5	44,82	41,36	80,06	121,47
ОАО «ЗМК «Запорожсталь»	4444,4	33,46	19,91	127,73	147,64
ОАО «Алчевский меткомбинат»	3769,4	4,00	0,70	137,95	138,65
ОАО «Макеевский меткомбинат» и ЗАО «Макеевский метзавод»	1028,8	10,28	1,48	206,67	209,29
ОАО «Енакиевский метзавод» и СП «ООО «Метален»	2253,5	4,79	0,92	209,45	210,36
ОАО «Днепрспецсталь»	502,4	25,78	19,49	23,52	43,01
ОАО «ДМЗ им. Петровского»	1246,9	91,17	86,66	29,64	116,29
ОАО «ДМЗ им. Петровского» и ЗАО «Донецксталь» – металлургический завод»	993	10,82	4,56	161,64	166,36
ОАО «КМЗ им. Куйбышева» (производство чугуна)	29,815	865,03	806,55	2082,84	2890,59

$Q_{\text{ср./ж}}$ – сброс воды в хозяйственно-бытовую канализацию;
 $Q_{\text{пит/лит}}$ – расход питьевой воды.

В целом по ГМК сброс воды, использованной на производственные нужды, в хозяйственно-бытовую канализацию – чуть более одного процента от сброса в водоемы, но на ряде предприятий эта величина составляет 6–12 % (ОАО «ММК им. Ильича», ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог») и даже достигает 44 % на ОАО «Макеевский меткомбинат».

Представляет интерес сопоставление данных по водопотреблению и водоотведению основных металлургических предприятий за 2004–2006 гг. с аналогичными данными за 1989 г. В табл. 4 приведены данные по водопотреблению и водоотведению наиболее крупных металлургических предприятий Украины за 1989 г. [4]. На всех, кроме меткомбинатов ОАО «ЗМК «Запорожсталь» и ОАО «ММК им. Ильича», производство стали уменьшилось. Соответственно уменьшилось и общее водопотребление и водоотведение. Что же касается удельных показателей, то здесь нет однозначной зависимости между изменением объема производства продукции на предприятии и уменьшением или увеличением водопотребления. Например, на ОАО «ММК им. Ильича», ОАО «ЗМК «Запорожсталь», ОАО «Алчевский меткомбинат» (несмотря на уменьшение производства на последнем) почти все удельные показатели снизились, что может свидетельствовать об улучшении состояния водного хозяйства этих предприятий. К тому же на ОАО «ЗМК «Запорожсталь» и

ОАО «ММК им. Ильича» значительно возросла доля оборотного водоснабжения в общем балансе водопотребления. На других предприятиях следует констатировать некоторое ухудшение. Так, на ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» увеличился удельный сброс воды в водоем (с 4 м³/т до 7,2 м³/т). На ОАО «Днепропетровский меткомбинат им. Дзержинского» значительно снизилось удельное потребление оборотной воды, но увеличился сброс в водоемы. На ОАО «Енакиевский метзавод» (совместно с СП «ООО «Метален») при общем снижении производства стали удельные значения расхода оборотной воды и водоотведения увеличились, хотя удельное потребление свежей воды снизилось на 15 %. На предприятиях, образовавшихся на базе Донецкого метзавода, возросли удельное потребление свежей воды и сброс в водоемы.

Увеличение удельного потребления свежей воды и сброса в водоем, конечно, является негативным фактором, но причины этого можно установить лишь при детальном рассмотрении состояния водного хозяйства на предприятии. Такое увеличение совсем не обязательно является признаком неудовлетворительной работы энергетических служб предприятий. Необходимо отметить, что проектирование (следовательно, и строительство) объектов водообеспечения осуществляется с учетом номинальной производительности обслуживаемых водным хозяйством производств и отдельных металлургических агрегатов (доменные печи, прокатные станы и т.д.). При снижении же производства продукции лишь в редких

Таблица 4 – Общее и удельное водопотребление и водоотведение на основных металлургических предприятиях ГМК в 1989 г.

№№	Предприятие	Водопотребление, тыс. м³/год		Водоотведение, тыс. м³/год	Доля оборотного водоснабжения	Производство стали, тыс. т/год	Удельное водопотребление и водоотведение, м³/т			Примечания
		свежая вода	оборотная вода				свежая вода	оборотная вода	водоотведение	
1	ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог»	147 950	2 288 663	51 543	94,7	12 853,7	11,51	178,055	4,01	
2	ОАО «ММК им. Ильича»	92 630	1 207 807	49 795	92,9	6297,2	14,710	191,80	7,907	
3	ОАО «МК «Азовсталь»	27 187	330 369	230 211	25,9	7057,5	3,852	46,811	32,619	В работе [2] не учтено потребление и отведение морской воды
4	ОАО «Днепропетровский МК им. Дзержинского»	251 482	729 449	186 198	74,4	5336,6	47,124	136,688	34,891	
5	ОАО «ЗМК «Запорожсталь»	138 597	638 331	103 798	82,2	4229,0	32,773	150,941	24,544	
6	ОАО «Алчевский меткомбинат»	30 215	923 602	4373	Нет данных	4077,1	7,411	226,534	1,073	
7	ОАО «Макеевский меткомбинат»	19 990	791 780	1752	Нет данных	3748,1	5,333	211,248	0,467	
9	ОАО «Енакиевский метзавод»	16 018	512 000	1029	Нет данных	2926,4	5,474	174,959	0,352	
11	ОАО «Днепропетсталь»	17 702	126 000	–	Нет данных	1231,8	14,371	102,289	–	
13	ОАО «ДМЗ им. Петровского»	159 232	57 858	144 236	54,1	1766,6	90,135	32,751	81,646	
14	ОАО «Донецкий металлургический завод»	13 780	310 528	4168	Нет данных	1614,6	8,535	192,325	2,581	



случаях можно добиться пропорционального уменьшения водопотребления и водоотведения.

Основываясь только на уменьшении или увеличении удельного потребления оборотной воды, нельзя сделать однозначное заключение о том, является ли это положительным или отрицательным фактором. Уменьшение количества воды в обороте может быть связано с увеличением сброса ее в водоем (за счет перевода части потребителей на прямую), и тогда это отрицательный фактор. Но этот процесс может являться и результатом упорядочения водного хозяйства, более экономного расходования воды.

При оценке состояния водного хозяйства следует ориентироваться на изменение доли оборотного водоснабжения в общем водопотреблении. Так, на ОАО «ЗМК «Запорожсталь», ОАО «ММК им. Ильича» доля оборотного водоснабжения в 2004–2006 гг. по сравнению с 1989 г. существенно возросла, что, безусловно, следует поставить в заслугу энергетическим и экологическим службам этих предприятий. На ряде же других предприятий (ОАО «МК «Азовсталь», ОАО «ДМЗ им. Петровского») этот показатель снизился.

Анализ данных по водопотреблению и водоотведению предприятий ГМК целесообразно осуществлять ежегодно. Данная работа, равно как и реализация «под ключ» комплексных проектов по оптимизации водопотребления и водоотведения, может выполняться УкрГНТЦ «Энергосталь».

ВЫВОДЫ

На основании анализа водопотребления и водоотведения на предприятиях ГМК Украины определено общее потребление воды на технические нужды из различных источников (свежие технические, морские, ливневые и дренажные воды) – 1 505 800 тыс. м³/год, общий сброс условно-чистых вод в водоемы – 1 269 123 тыс. м³/год, а также суммарное водопотребление – 7 414 242 тыс. м³/год. Доля оборотного водоснабжения в общем водопотреблении составляет 83 %, но на некоторых крупных металлургических предприятиях, ферросплавных и трубных заводах коэффициент использования воды в обороте превышает 90–95 %.

На основі узагальнених даних статистичної звітності щодо водопостачання та водовідведення основних найбільш крупних підприємств гірничо-металургійного комплексу України визначено сумарне водопостачання, водовідведення (у т.ч. вод недостатньо очищених та без очистки), доля водообороту, питомі показники водопостачання і водовідведення на 1 т сталі, зроблено співставлення цих даних з показниками 1989 р.

Определены удельные расходы свежей и оборотной воды и сбросы сточных вод на 1 т стали (с последующим переделом) в сопоставлении с рекомендуемыми нормами. Удельные расходы свежей и оборотной воды сопоставимы с нормативными. Удельные сбросы на 1 т стали выше нормативных, что требует расширения оборотного водоснабжения.

Произведено сопоставление показателей удельного водопотребления и водоотведения металлургических предприятий за 2004–2006 гг. и за 1989 г. Несмотря на то, что общее водопотребление и водоотведение снизились, удельные расходы воды и сбросы стоков на большинстве предприятий возросли.

В качестве показателя удовлетворительной работы энергетических служб за истекшие годы рекомендуется принять коэффициент использования воды в обороте. На ряде металлургических предприятий он с 1989 г. увеличился, что говорит о хорошей работе энергетических служб этих предприятий (ОАО «ЗМК «Запорожсталь», ОАО «ММК им. Ильича», ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог»).

Обоснована целесообразность постоянного анализа данных по водопотреблению и водоотведению предприятий ГМК.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Довкілля України. Статистичний збірник [Текст]. – Київ : Державний комітет статистики України, 2006. – 260 с.
2. Анализ водопотребления в Украинской ССР для черной металлургии с оценкой возможной экономии воды и необходимых для этих целей затрат [Текст] : отчет о НИР / НПО «Энергосталь». – Харьков, 1990. – № ГР 01.89.0.087764. – 69 с.
3. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности [Текст]. – М. : Стройиздат, 1978. – 529 с.
4. Провести технико-экономический анализ данных учета использования вод и разработать рекомендации для директивных органов по совершенствованию использования и охраны водных ресурсов предприятий Минчермета СССР за 1989 г. [Текст] : отчет о НИР / НПО «Энергосталь», рук. работы Кашуба Л.И. – Харьков, 1990. – № ГР 01.89.0.024763. – 175 с.

Поступила в редакцию 28.09.07 г.

Total water consumption, water drain [incl. insufficiently cleaned water and non-cleaned water], water circulation quota, specific parameters of water consumption and water drain per 1 t of steel were determined based on integrated statistical data at the largest enterprises of mining and metallurgical complex of Ukraine as well as carried out a comparison of these data with parameters in 1989.