

Бегова А.В., Козлов А.М.

Новомосковский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»
301650, Тульская область, г. Новомосковск, ул. Дружбы, 8
begova_69@mail.ru

Химические процессы в атмосфере герметичного контейнера при порошковом борировании

Свойства насыщающих порошковых смесей (шихта) для борирования в контейнерах с плавким затвором характеризуются их технологичностью и качеством получающегося диффузионного покрытия на деталях. Исследованию подвергались рекомендуемые в литературе составы и предлагаемые авторами смеси, полученные на основе анализа кинетики химических реакций, протекающих при температурах борирования и в процессе охлаждения контейнера с образцами. Было изучено влияние составов смесей на основные характеристики борированных слоёв: толщину, твёрдость и сплошность покрытия (степень самопроизвольного шелушения).

Основными характеристиками технологичности смесей для порошкового борирования являются: их спекаемость, налипание на поверхность борлируемых деталей и возможность многократного использования без существенного изменения состава. Всего было опробовано 14 смесей (см. табл. 1).

Таблица 1 - Составы смесей для порошкового борирования

№ п/п	Носитель бора, в %		Активатор, в % от веса носителя								Литератур ный источник источник
	B ₄	Na ₂ B ₄	Na	NH ₄	Ka	Na ₂ C	N	Fe ₂	Al ₂		
	C	O ₇	Cl	Cl	F ₄	O ₃	H ₄ J	O ₃	O ₃		
1.	84	16	1,5	1,25							[1,2]
2.	50	50	1,5	1,25							[3]
3.	70	30	1,5	1,25							[3]
4.	85	15				2,5					[4,5,6]
5.	10 0										[7,8]
6.	10 0			1,25							[7,8]
7.	10 0					1,2 5					[7,8]
8.	10 0							1,2 5			[7,8]
9.	80	20					20				[9]
10.	80								20		Смеси, составленные авторами
1.	4								6		
1.	8								0		
2.	0			1, 25					2 0		
1.	8									2	
3.	0									0	
1.	2									8	
4.	0									0	

На наш взгляд, основной характеристикой технологичности порошковой смеси для борирования следует считать её спекаемость. За исключением технического карбида бора (смесь №5), рекомендуемые в литературе смеси спекаются, что вызывает существенные затруднения при извлечении обрабатываемых изделий из контейнера для борирования. Причём при выбивании шихты из контейнера возможно механическое повреждение сплошности покрытия.

Поскольку технический карбид бора не спекается, можно предположить, что причиной спекаемости шихты является присутствие в ней значительного количества активирующих добавок. Так смеси №№6,7,8 с малым содержанием добавок (1,25% от веса носителя бора) разных галогенидных активаторов: NH_4Cl , NH_4I , KBF_4 , также показали незначительную спекаемость. Отсюда следует вывод: применение галогенидных активаторов нежелательно ещё и по той причине, что они токсичны и требуют особой предварительной подготовки.

Второй характеристикой технологичности смеси является её налипаемость на поверхность борлируемых изделий. Последнее явление можно объяснить образованием в реакционном пространстве при температурах борирования веществ, находящихся в жидком состоянии (например, борный ангидрид), что и приводит к «прихватыванию» частиц смеси в процессе охлаждения контейнера. Налипшие частицы шихты удаляются с поверхности изделий промывкой в кипящей воде. Наибольшая налипаемость зафиксирована при борировании в чистом карбиде бора, а наименьшая – в смесях №№ 4 и 7, содержащих фтороборат калия и в смеси № 9 с карбонатом натрия.

На наш взгляд, на технологичность процесса порошкового борирования существенное влияние оказывают химические реакции, протекающие на границе раздела металл-газовая среда как при температурах процесса, так и в процессе охлаждения контейнера с образцами. Причём, характер протекания их зависит от многих факторов: - количества адсорбирующихся на поверхности металла атомов бора зависит от температуры процесса, парциального давления активаторов (галогенидов); - химического сродства между насыщающими элементами и насыщаемым металлом; - скорости подачи газовой смеси к поверхности металла и отвода продуктов реакции и т.д. Предвидеть результаты воздействия всех этих факторов не представляется возможным.

Известно, что завершение химической реакции тем более вероятно, чем больше абсолютное значение отрицательной величины изобарно-изотермического потенциала реакции [10,11]. К сожалению, реакции, протекающие при химико-термической обработке, сложны и мало изучены.

Нами была сделана попытка проследить возможные химические процессы, происходящие на границе раздела металл-газовая среда при порошковом борировании, где носителем бора является карбид - V_4C и рассчитать их кинетику.

Расчёт изобарно-изотермического потенциала этих реакций был выполнен по методике, предложенной в работе [12] и результаты сведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета изобарно-изотермического потенциала

п/п	Химическая реакция	Изобарно-изотермический потенциал реакции при температуре, °К			
		298	1000	1100	1200
.	$\text{V}_4\text{C} + 4\text{Fe} \rightarrow 4\text{FeV} + \text{C}$	- 58,6	- 61,36	- 63, 66	- 65,75
.	$\text{V}_4\text{C} + 8\text{Fe} \rightarrow 4\text{Fe}_2\text{V} + \text{C}$	-13,86	-9,61	-9,05	- 7,76
.	$\text{V}_4\text{C} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 5\text{C} \rightarrow 4\text{FeV} + 6\text{CO}$	+99,40	- 80,06	- 107,26	-133,046
.	$\text{V}_4\text{C} + 4\text{Fe}_2\text{O}_3 + 11\text{C} \rightarrow 4\text{Fe}_2\text{V} + 12\text{CO}$	+202,14	-34,11	-96,25	-142,36
.	$\text{V}_4\text{C} + 8\text{FeO} + 7\text{C} \rightarrow 4\text{Fe}_2\text{V} + 8\text{CO}$	+193,1	-14,41	-44,25	-73,36
.	$\text{V}_4\text{C} + 4\text{FeO} + 3\text{C} \rightarrow 4\text{FeV} + 4\text{CO}$	+44,87	-63,76	-81,26	-93,55
.	$4\text{B}_2\text{O}_3 + 4\text{Fe} \rightarrow 4\text{FeB} + \text{O}_2$	+429,0	+380,48	+325,28	+311,01
.	$2\text{B}_2\text{O}_3 + 8\text{Fe} \rightarrow 4\text{Fe}_2\text{B} + 3\text{O}_2$	+545,64	+466,49	+456,40	+447,49
.	$2\text{B}_2\text{O}_3 + 4\text{Fe} + 3\text{C} \rightarrow 4\text{FeB} + 3\text{CO}_2$	+145,24	+56,68	+41,48	+27,06

0.	$2B_2O_3 + 4Fe + 6C \rightarrow 4FeB + 6CO$	+232,20	+55,38	+24,68	+1,09
1.	$2B_2O_3 + 8Fe + 3C \rightarrow 4Fe_2B + 3CO_2$	+268,89	+182,69	+172,60	+163,54
2.	$2B_2O_3 + 8Fe + 6C \rightarrow 4Fe_2B + 6CO$	+348,84	+178,79	+155,80	+134,59
3.	$B_2O_3 + Fe + C \rightarrow FeO + CO_2 + 2B$	+133,48	+103,55	+99,85	+95,40
4.	$B_2O_3 + Fe + 2C \rightarrow FeO + 2CO + 2B$	+162,13	+101,25	+93,25	+91,75
5.	$B_2O_3 + Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 + 2B$	+332,20	+269,45	+268,20	+251,40
6.	$B_2O_3 + 6FeO \rightarrow 3Fe_2O_3 + 2B$	+105,22	+125,10	+127,85	+129,30
7.	$B_2O_3 + 5Fe \rightarrow 3FeO + 2FeB$	+250,45	+207,37	+200,89	+194,75
8.	$B_2O_3 + 3Fe \rightarrow 3FeO + 2B$	+110,39	+102,45	+102,15	+102,05
9.	$B_4C + O_2 \rightarrow 4B + CO_2$	-80,95	-81,70	-81,75	-81,90
0.	$2B_4C + O_2 \rightarrow 4B_2O_3 + 2CO$	-1307,5	-1141,4	-1120,1	-1099,7
1.	$B_4C + 4O_2 \rightarrow 2B_2O_3 + CO_2$	-653,75	-570,7	-550,05	-549,9
2.	$B_4C + CO_2 \rightarrow 4B + 2CO$	+41,95	+11,6	+7,25	+3,1
3.	$B_4C + 7CO_2 \rightarrow 2B_2O_3 + 8CO$	-165,15	-197,5	-204,04	-209,9
4.	$B_4C + B_2O_3 \rightarrow 6B + CO_2 + \frac{1}{2} O_2$	+205,45	+162,0	+157,75	+152,0
5.	$B_4C + 3Fe \rightarrow Fe_3C + 4B$	+18,1	+13,65	+13,30	+12,95
6.	$B_2O_3 + 2Fe \rightarrow Fe_2O_3 + 2B$	+109,0	+110,0	+110,65	+111,2
7.	$2B_2O_3 + 6C \rightarrow 6CO + 4B$	+376,0	+201,3	+177,7	+155,1
8.	$2FeB + O_2 \rightarrow 2FeO + 2B$	-40,69	-28,78	-26,57	-24,32
9.	$2FeB + 5/2 O_2 \rightarrow 2FeO + B_2O_3$	-367,79	-302,07	-291,29	-282,65
0.	$4B + 3O_2 \rightarrow B_2O_3$	-572,8	-489,0	-478,3	-468,0
1.	$5B_2O_3 + B_4C \rightarrow 7B_2O_2 + CO$	-648,4	-511,45	-504,15	-495,95
2.	$B_2O_2 + 2Fe \rightarrow 7FeO + CO$	+51,63	+48,45	+48,20	+24,95
3.	$Fe + B \rightarrow FeB$	-17,98	-18,56	-19,13	-19,02
4.	$Fe_2B + B \rightarrow 2FeB$	-29,16	-31,5	-32,78	-34,12
5.	$2Fe + B \rightarrow Fe_2B$	-6,78	-5,63	-5,47	-5,12
6.	$Fe + B_4C \rightarrow 4 [B]_{(B-Fe_a)} + C$		+77,0	+97,0	
7.	$B_2O_2 + 2Fe + C \rightarrow 2FeB + CO_2$	-19,9	-35,93	-38,95	-42,3
8.	$FeB + 4Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 + B$	-2,04	-13,135	-14,67	-15,67

9.	$B_2O_2 \rightarrow [B]_{MexBy} + 2B_2O_3$	-241,9	-201,6	-197,3	-193,2
----	--	--------	--------	--------	--------

Расчёт изобарно-изотермического потенциала реакций, протекающих в шихте, состоящей из технически чистого карбида бора, показал, что насыщение бором поверхности металла может происходить как при непосредственном контакте карбида бора с железом – реакции 1 и 2 (см. табл.2), так и через посредство газовой фазы – реакция 37.

Присутствие кислорода и оксидов углерода в реакционном пространстве контейнера вызывает образование борного ангидрида и свободного бора непосредственно в шихте – реакции: 19, 20, 21, 23, 28, 29, 30. Из работы [7] известно, что насыщение стали бором за счёт непосредственного контакта металла с борным ангидридом (B_2O_3) и из его паров – не происходит. Это подтверждается и нашими расчётами – реакции 17 и 18. Однако, присутствие незначительного количества свободного углерода (например, в виде сажи) может способствовать смещению равновесия реакции образования боридов вправо – реакция 10.

Присутствие в смеси оксидов железа способствует появлению боридов непосредственно в самой шихте – реакции 3, 4, 5, 6, что в свою очередь может быть дополнительным источником атомарного бора и борного ангидрида в результате протекания реакций окисления: 28 и 29. Наличие в шихте борного ангидрида и карбида бора способствует образованию закиси бора B_2O_2 – реакция 31, а непосредственный контакт газообразной закиси с поверхностью стали в присутствии свободного углерода, способствует интенсификации процесса борирования – реакция 37. Наличие в атмосфере контейнера закиси бора обеспечивает протекание основной реакции борирования – реакция 39.

Исходя из вышеизложенного, присутствие в шихте для борирования оксидов железа может способствовать интенсификации процесса диффузионного насыщения бором поверхности стали и обеспечить малую истощаемость смеси, реакции, обратные: 15, 16, 17, 18, 26, 32, т.е. оксиды железа могут интенсифицировать процесс и в некоторых случаях заменить галогенидные активаторы. Последние не только снижают технологичность смеси, но и делают процесс токсичным и требуют специальной защиты обслуживающего персонала, а также защиты оборудования от коррозии.

Была опробована группа смесей для борирования на основе карбида бора с добавками магнетита (обогащённая руда курской магнитной аномалии) 20% и 60%, а также магнетита (20%) с небольшой добавкой хлористого аммония (1,5%).

Эксперимент показал, что по активности смеси с магнетитом мало уступают смесям с галогенидными активаторами (75-80 мкм и 90-95 мкм соответственно, при одинаковых условиях насыщения). Замена магнетита оксидом алюминия (смеси 13 и 14, см.табл.1) резко снизила активность шихты – слой боридов практически не был обнаружен. Следовательно, магнетит является активатором процесса борирования.

Поскольку образующиеся при ХТО бориды железа легко окисляются – реакции 28 и 29 и обратные – 7, 8 и 9, борирование в смесях с магнетитом должно вестись в герметичных контейнерах или в защитной атмосфере.

Борирование в открытом контейнере показало очень сильное растравливание борированной поверхности, тем не менее, слой был получен. Предположительно, кислород воздуха начинает активно действовать в процессе охлаждения контейнера с образцами, в противном случае, борированного слоя вообще не должно было быть – реакции обратные 7 и 8. С понижением температуры процесса вероятность протекания этих реакций возрастает – увеличивается величина изобарно-изотермического потенциала реакций.

Замена галогенидов оксидами железа перспективна с точки зрения улучшения технологичности и экономичности смесей. Наиболее технологичной оказалась смесь №10 (80% B_4C и 20% магнетита), т.к. практически не спекается, не комкуется, достаточно гигиенична, позволяет многократное использование без регенерации и добавления свежей.

Недостатком этой смеси является некоторое налипание шихты на поверхности деталей, примерно так же, как при борировании в технически чистом карбиде бора, тогда как смесь №10 значительно выше по активности. Прилипшие частицы смеси легко удаляются горячей водой.

Литература

1. Самсонов Г.В. и др. Борирование прессоштампового инструмента. В сб. «Химико-технологическая обработка металлов и сплавов», Минск, 1971.
2. Самсонов Г.В., Эпик А.П. Покрытия из тугоплавких соединений, М., «Металлургия», 1973.
3. Беседин Н.П. Физико-механические основы борирования стали, Автореф. канд. диссерт., Московский институт стали и сплавов, 1963.
4. Matuschka A/ Boriren/ Ein über den derzeitigen Stand der Technik, "Techn. Rasch", 1974. 66, №30, 10-11.
5. Kunst.H. Пат. (ФРГ) кл. 486 9/04, с. 2309/04, № 1796215.
6. Kunst.H. Пат. (ФРГ), №304765, МПК С23 с. 9/4ю С.7.71÷24.9.71.
7. Деркач В.Д. и др. К вопросу о механизме доставки бора к насыщаемой поверхности в процессе борирования в порошке технического карбида бора. В сб. «Химико-термическая обработка металлов и сплавов», Минск, 1971.
8. Енеда Нобуру и др. «Киндзо хемен гидзюдзу», «J. Metal Finish. Soc. Jap.», 1973, 32, №5, 440-442.
9. Мута Акинори и др. Борирование стальной поверхности с помощью смеси карбид бора-карбонаты щелочных металлов, «Нихон киндзоку гакайси. J. Japan. Inst Metals», 1968. 32. №5, 440.
10. Крестников А.Н., Вигдорович В.Н. Химическая термодинамика, М., «Металлургия», 1973.
11. Грибоедов Ю.Н., Тельнюк Ю.Н. К термодинамике реакций при газовом силицировании стали. В сб. «Химико-термическая обработка стали и сплавов», М., «Машиностроение», 1969, 75-86.
12. Смирнов А.В. и др. Физико-химические основы газового борирования, «Защитные покрытия на металлах», В.9, 1975, 44-45.

Бегова А.В., Лобанов Н. Ф.

*Новомосковский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»
301650, Тульская область, г. Новомосковск, ул. Дружбы, 8
begova_69@mail.ru*

Способы утилизации вторичных энергоматериальных ресурсов

При получении целевых видов продукции на специализированных предприятиях энергетики, металлообработки, химической и пищевой промышленности технологии не допускают 100%-ной конвертации сырья в полезную продукцию. Попутно неизбежно появляются, так называемые, отходы производства, представляющие из себя комбинацию вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) и вторичных материальных ресурсов (ВМР). С середины XX века остро проявилась экологическая необходимость их утилизации в экономически приемлемых вариантах. Особенно это относится к материальным отходам из-за их крупнотоннажности (на предприятиях и в городах) и с учетом роста плотности населения.

Вторичные энергетические ресурсы можно классифицировать на два типа:

- 1) горючие или топливные ВЭР (попутные газы нефтедобычи, древесные отходы, включая мусор);
- 2) тепловые ВЭР. Они используют теплоту реакций и проявляются в виде: дымовых газов, горячих технологических сред, отводимых пароконденсатных смесей и т.п.

Наиболее универсально ВЭР используются для отопления. К примеру, в Дании из 100% энергии потребляемой для целей централизованного теплоснабжения [1]:

- Избыточное тепло промышленности дает 4%;
- Мусоросжигающие заводы – 12%;
- Биомасса и биогаз, получаемые из навоза и отходов древесины – 8 %.

Итого: около четверти теплопотребления компенсируется за счет ВЭР (в Швеции даже – до 33% тепла на отопление).

Преимущественное сжигание древесных отходов не увеличивает нагрузку на атмосферу по CO₂, что дает дополнительно экологический эффект.

Недостатками ВЭР топливного типа является их нестабильность по составу и тепловому эффекту, а также возможность образования при сжигании токсичных газов, требующих специальных методов нейтрализации.

Аппараты для использования энергетического потенциала ВЭР достаточно просто рассчитываются и конструируются в виде аналогов типового теплотехнического оборудования (котлы-утилизаторы, топочные печи и т.п.). гораздо сложнее и многообразнее создание установок переработки, обеззараживания и утилизации ценных компонентов вторичных материальных ресурсов (ВМР).

При этом принципы переработки, перевозки и складирования промышленных и бытовых ВМР существенно отличаются. Наиболее сложной проблемой является утилизация бытовых ВМР. Рассмотрим процесс сбора, переработки и депонирования малоценных компонентов мусора подробнее.

Вторичные материальные ресурсы генерируются населением и для их утилизации используются два принципа обработки твердых бытовых отходов:

1. Раздельный сбор различных видов отходов по типам технологии переработки;
2. Универсальная переработка смесевых отходов на мусоросжигательных установках.

Раздельный сбор применяется для материалов, технология переработки которых хорошо известна и отработана в промышленных масштабах. К таким материалам относится, в первую очередь, макулатура, стеклянные изделия, алюминиевые банки и полимерная тара (бутылки). Для эффективного сбора чистых сосудов без пищевых жидкостей необходимо установление высокой залоговой цены на пустую посуду. К примеру, в Германии или Дании залоговая цена колеблется от 0,15 до 0,75 евро, что делает целесообразным сдачу чистых сосудов на переработку

в тех же магазинах, где продаются напитки. В результате действия закона о «залоговой цене» на посуду малообеспеченные граждане «очистили» от пустых ранее выброшенных бутылок замусоренные городские территории.

Для стимулирования предварительной классификации домашнего мусора на три части (бумага, полимерная пленка и фольга, пищевые отходы) на спецплощадках устанавливаются контейнеры трех цветов. Если в специализированные контейнеры попадает смешанный мусор, то цена обслуживания площадок возрастает в 4-5 раз.

Жидкие стоки с неконцентрированными ВМР, как правило, перед удалением подвергаются следующим операциям:

- а) Отстаивание;
- б) Обеззараживание;
- в) Осветление и разбавление.

Концентрированные стоки, например, содержащие растворители, нефтепродукты, полимерные соединения, перед вторичным использованием подвергаются операциям обогащения: выпаривание, вымораживание, выделение легколетучих фракций термическим методом и т.д.

Важнейшей операцией подготовки стоков к сливу является обеззараживание. Оно может быть проведено следующими методами:

- а) Химическое обеззараживание (через активный озон, инициируемый хлором или хлорсодержащими реагентами);
- б) Облучение жидкости «жестким» излучением;
- в) Электрохимическое озонирование жидкости, обладающей электролитическими свойствами.

При использовании концентрированных стоков, как правило, убирается водная составляющая, а органические компоненты используются в производстве ГСМ, противокоррозионных и ингибирующих составов растворителей. При этом расширяется сырьевая база, удешевляется целевой продукт (при некотором снижении чистоты и качества), а в некоторых случаях у полученных продуктов появляются новые свойства и области применения.

Более широко в качестве ВМР используются твердые отходы промышленного производства и компоненты из бытовых отходов, полученные при мусоросжигании. Это в первую очередь, лом черных и цветных металлов, что общеизвестно. Перед применением твердые отходы, как правило, обеззараживают термическим или химическим способом, а затем подвергают нескольким операциям предварительного передела. Целью этих операций является:

- 1) Обезвреживание ВМР;
- 2) Измельчение отходов до стандартных размеров;
- 3) Обогащение полученной массы по целевому компоненту.

При этом используются следующие методы обогащения, применяемые также и для свежего сырья: гравитационное рассевание; электромагнитная сепарация, электростатическая сепарация, флотация разнородных по смачиваемости материалов в газожидкостных средах.

В районах с индивидуальной застройкой жилого фонда, как правило, нет предварительной глубокой классификации мусора и он вывозится как смешанный на оборудованные полигоны, захоронения, пункты сортировки и на мусоросжигающие заводы. Вариант прямого захоронения (депонирования) отходов не подразумевает утилизацию ВМР. Пункты сортировки твердых фракций предназначены для извлечения определенного спектра материалов, а остальные компоненты мусора отправляются на свалку, но в меньшем объеме, чем исходный мусор. Наиболее полно и комплексно утилизация бытовых отходов, включая ВМР и ВЭР, осуществляется на мусоросжигающих заводах.

Энерготехнологическая схема мусоросжигающего завода для смешанных отходов представлена на рис. 1.

Мусоросжигающий завод, как энерготехнологическая система, содержит следующие блоки:

- 1 – отделение прессования с удалением жидких составляющих (вода, нефтепродукты, биологические жидкости). Отделение включает в себя аппаратуру для нейтрализации стоков.
- 2 – блок измельчения и гомогенизации твердых отходов (шредеры и мельницы);
- 3 – блок сепарации, где из твердых отходов извлекают:

- а) магнитные металлы (углеродистая сталь);
- б) немагнитные металлы (нержавеющие стали и цветные сплавы);
- в) стеклбой (по цвету стекла);
- г) твердую пластмассу и строительные материалы (частично).

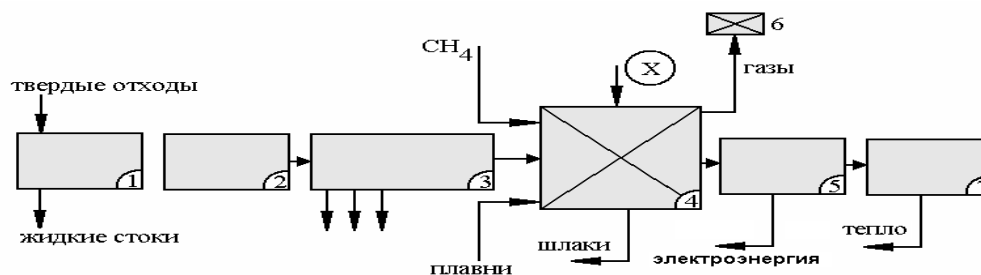


Рис.1. Схема мусоросжигающего завода

Задачей этого отделения является выделение из твердых отходов наиболее ценных компонентов и негорючих составляющих.

4 – топка для сжигания мусора – «сердце» и самый ответственный агрегат мусоросжигающего завода, где нестандартный энергоресурс (мусор) превращается в стандартный энергоноситель – водяной пар.

Сложность организации процесса в топке связана с низкой тепло-творной способностью и нестабильностью состава горючих компонентов сжигаемого мусора (дерево, органические вещества, пластмассы, бумага, биологические компоненты). Для поддержания горения в топку вводятся вещества «Х», выделяющие кислород в процессе разложения (например, аммонийные соли), и стандартное топливо (природный газ). Для выведения зольных остатков и шлаков режиме в топку вводятся *плавни* – вещества, понижающие температуру плавления и улучшающие текучесть шлаков. Выводимые шлаки используют как компоненты дешевых стройматериалов или направляют на захоронение.

Выделяемые в процессе горения мусора газовые выбросы – самые опасные составляющие процесса мусоросжигания. Поддержание экологически безопасного состояния газа на выходе из топки требует четкого соблюдения технологии процесса сжигания и наличие специальных очистных устройств (блок 6).

Поддержание технологии сжигания подразумевает стабилизацию двух параметров:

- а) температуры горения, обеспечивающей максимально полное сжигание мусора;
- б) заданный темп охлаждения дымовых газов, обеспечивающий протекание необходимых равновесных реакций в газовой смеси, в частности, разложение окислов азота при медленном охлаждении. Для регулирования температуры и скорости охлаждения дымовых газов, кроме наружной теплоизоляции, целесообразно использовать безинерционный подвод тепла от электрических источников (электродуговой или плазменный нагрев). При наличии в отходах отравляющих веществ (ОВ), при образовании ОВ в процессе горения (например, полимеров), при наличии в отходах токсичных биологических остатков (например, из медучреждений) необходимо повышать температуру горения. Лучший способ – отдельное сжигание биологических и медицинских отходов в плазменных печах, где можно легко чередовать температуру более 2-3 тыс. градусов по Кельвину (1700-2700°С). В этом случае все упаковки, шприцы и биологические остатки гарантированно превращают в смесь нетоксичных оксидов.

Опыт полувековой эксплуатации мусоросжигающих заводов (стандартная производительность в Германии 350 тыс.т. смесевых отходов в год) показал, что дымовые газы (блок 6) плохо очищаются при наличии в мусоре энергосберегающих ламп и элементов питания. Поэтому батарейки собираются в отдельные контейнеры меньшего объема и окрашенные в красный цвет.

Блоки 5 и 7 расположены на «чистой» стороне мусоросжигающего завода. Они аналогичны соответствующим агрегатам теплоэлектроцентрали (ТЭЦ).

5 – блок электрогенерации (паровая турбина – электрический генератор), где вырабатываемая электроэнергия, обеспечивает механические процессы мусоросжигательного завода и поставляет электроэнергию на «сторону» (внешнему потребителю).

7 – блок утилизации тепла, где полученное тепло используют для отопления помещений завода, для горячего водоснабжения и экспорт тепла сторонним потребителям (50 – 70%) от выработки.

В настоящее время в мире функционирует более 3000 мусоросжигающих заводов, где из смешанного мусора извлекается около 10-12% вторичных материальных ресурсов (ВМР), а остальные компоненты сжигаются с получением вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).

Кроме бытовых отходов источником ВМР являются классифицированные промышленные отходы. В наибольшей степени повторному использованию подлежат твердые отходы промышленности, и в меньшей степени жидкие. Газовые выбросы, как правило, подвергаются только экологической очистке (от пылевых частиц, от вредных органических соединений), а далее просто рассеиваются в атмосфере.

Важным аспектом при переработке и повторном использовании ряда промышленных отходов и некондиций является использование их в смежных областях производства, а не доведение их до состояния конкретного исходного сырья. Переработка использованных алюмо-никелевых катализаторов в исходные компоненты производства тех же катализаторов недопустима из-за возможного сохранения каталитических ядов в целевой продукции, а вот использование дробленых катализаторов типа ГИАП-16 для плазменного нанесения покрытий из оксидов алюминия, обогащенных соединениями никеля, дало положительные результаты в аспекте повышения адгезии напыленного слоя, особенно при частичном восстановлении никеля до металла [3].

Аналогичным образом возможно полезное использование отходов гальванических производств в качестве неорганических пигментов в кровельных мастиках и, особенно, при производстве санитарной керамики, так как в этом случае пигментные материалы подвергаются термической обработке. Важнейшим требованием к исходным твердым отходам производства является строгий раздельный сбор и хранение вторичных материалов по маркам катализаторов, по типам гальванических отходов, по типам сплавов металлов (на основе меди, алюминия, хрома, никеля и т.д.).

Использование отходов в противокоррозионной технике не только возвращает в производственный цикл большие материальные ресурсы, но и способствует решению экологической проблемы. Было установлено, что после простой обработки кислые гудроны могут служить эффективным ингибированным раствором для кислотного травления черных металлов. Использование гудронов с этой целью могло бы обеспечить многие крупные металлообрабатывающие заводы травильным раствором и позволило бы экономить значительные количества дефицитной серной кислоты и дорогостоящих ингибиторов, которые пока применяются для его приготовления. Кроме того, стоимость переработки кислых гудронов в ингибированные травильные растворы в 5-6 раз ниже по сравнению со стоимостью таких растворов, приготовленных из серной кислоты и ингибиторов.

Отходы производства бутилкаучука являются дешевым пленкообразующим веществом для получения покрытий лакокрасочного типа. Покрытие может наноситься на бетонные и металлические поверхности, при этом его толщина составляет 1-5 мм. Вулканизированное покрытие устойчиво к действию кислот и щелочей. Покрытия из вулканизированных бутадиеновых каучуков имеют высокую прочность и эффективно защищают аппаратуру и оборудование в химической промышленности от коррозионного воздействия серной, фосфорной, соляной, азотной кислот, а также растворов неорганических хлоридов при температуре до 75°C.

В качестве наполнителя для химически стойких замазок могут использоваться шлаки металлургических производств, зола каменных углей и отходы горных пород после обогащения руд полезных ископаемых. Полноценным заменителем дорогостоящего полиэтиленамина в эпоксидных смолах, используемых для защиты конструкций от коррозии, могут быть кубовые остатки от разгонки гексаметилендиамина (отходы при производстве капролактама).

Приведенные примеры показывают большие возможности использования отходов различных производств в противокоррозионной технике.

В списке ВМР особняком стоит отработанное ядерное топливо (ОЯТ), которое никак нельзя называть отходами. Технологиями переработки ОЯТ владеют всего несколько стран, проектирующих и строящих атомные электростанции и теплоцентрали, например, для опреснения морской воды. По международным законам отработанные конструктивные элементы, содержащие ОЯТ, должны возвращаться в страну, где были построены ядерные реакторы. Переработка ОЯТ в России (завод «Маяк») увеличивает практически вдвое запасы природного урана, т.к. восстановленное ядерное топливо может повторно использоваться в атомной энергетике.

В отличие от бытовых отходов, где жидкие составляющие удаляют и уничтожают, в промышленных отходах химических и нефтехимических производств органические смесевые жидкости и смолы находят полезное применение. Они могут использоваться непосредственно или после некоторой переработки в технике противокоррозионной защиты оборудования и сооружений. Например, в качестве ингибиторов при удалении накипно-коррозионных отложений композициями сильных неорганических кислот. Смесевые органические растворители применялись ВНИИХ (коррозии) для удешевления кровельных мастик. При этом отходы производства полистирола в виде бентола (смесь бензола и толуола) использовались без дополнительной переработки. И таких примеров достаточно много.

Литература

1. Бабокин Г.И. Энергосбережение в промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве., М. Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. 233 с.
2. Лобанов Н.Ф. Теоретические основы энерго-ресурсосбережения в химической технологии, ГОУ ВПО РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт (филиал). 2011. 60 с.
3. Лобанов Н.Ф. Использование отработанных никель-алюминиевых катализаторов для плазменного напыления износостойких покрытий. Научно-практическая конференция «Экологические проблемы Тульского региона», Тула. 2002. С. 209-211.

Булкин В.В.

Муromский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23

Оценка показателя дифракции акустической волны у плоского антидифрактора на верхнем свободном ребре шумозащитного экрана

Акустический шум на улицах городов и населённых пунктов постоянно растёт, имея среднюю скорость прироста порядка 0,5 дБ в год [1].

Благодаря применению различных шумозащитных средств и мероприятий, среди которых существенную роль играют шумозащитные акустические экраны, в последнее время, как следует из Государственного доклада Минприроды за 2020 год [2], удельный вес объектов, на которых выявлено несоответствие уровней шума требованиям санитарного законодательства, имеет тенденцию к снижению, однако от 21,2% до 12,0% измерений по уровню шума показывают превышение санитарных норм.

Акустический экран (АЭ) представляет собой преграду конечных размеров на пути распространения звука от источника до защищаемого объекта. В отечественной нормативной литературе изложены классификации АЭ в зависимости от их формы, достигаемого эффекта, назначения и т.д. В литературе описано несколько типов АЭ, отличающихся по конструктивному исполнению: плоские АЭ-барьеры, широкие и комбинированные АЭ, акустические сооружения (АЭ-тоннели). Каждый из видов АЭ имеют свои конструктивные особенности.

При анализе Г-образного навеса с расположением под тупым углом к экрану (рисунок 1) оценка эффективности может быть дана по методике, изложенной в [3].

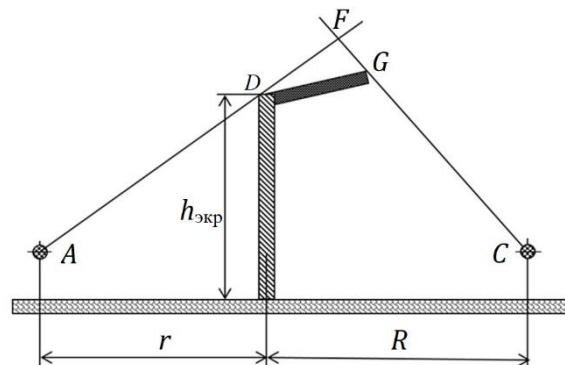


Рис. 1 - Схема с навесным элементом под тупым углом к экрану

Одним из важных числовых показателей в данной методике является показатель дифракции $ПД_{АД}$, определяющий способность звуковой волны огибать препятствие, в данном случае – антидифрактор. Для случая расположения АД по рисунку 1 $ПД_{АД}$ определяется в соответствии с ГОСТ Р 51943-2002 [4]. Величина $ПД_{АД}$ определяется как разность УЗД в точках L_D и L_G , измеренных на свободном ребре АЭ со стороны источника шума и зоны тени (т.т. D и G по рисунку 1)

$$ПД_{АД} = L_D - L_G. \quad (1)$$

Измерения проводились применительно к АЭ, установленному на полигоне МИ ВлГУ [5].

Источник шума (ИШ) располагался у экрана в точке А (точка С обозначает место контроля ослабления шума экраном). Для проведения измерений была использована звукоусилительная аппаратура, включающая трансляционные усилители АМ03Т и РУШ-5, рупорные излучатели НР-10Т, музыкальный центр МАХ КJ630. Использовался акустический сигнал типа «белый шум». Измерения проводились в режиме октавных диапазонов шумомером I класса точности Ассистент. Точки измерения располагались у края АД (обозначены D и G на рисунке 1).

Общая методика измерений соответствовала рекомендованной в [6]. В каждой из точек фиксировалось пять групп значений УЗД на каждой из средневзвешенных частот (от 63 до 8000 Гц), после чего среднее значение по частотам вычислялось по соотношению

$$L_f = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} \right), \quad (2)$$

где L_f – среднее значение УЗД на частоте f ; i – число измерений на данной частоте (в нашем случае $i=5$); L_i – зафиксированное значение УЗД на конкретной частоте в i -том измерении.

Полученные по (2) и, затем, (1) результаты для частот октавных диапазонов представлены в таблице.

Таблица - Значения ПД_{АД} для частот октавных диапазонов

Частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_D , дБ	70	82	78	88	91	78	66	62
L_G , дБ	67	74	70	78	76	62	48	43
ПД _{АД} , дБ	3	8	8	10	15	16	18	19

Примечание: возвышение т. G над линией горизонта 15 см.

Представленные в таблице значения ПД_{АД} могут использоваться при оценке общей эффективности АЭ.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-29-10100, <https://rscf.ru/project/23-29-10100/>.

Литература

1. Bulkin V.V., Sharapov R.V., Sereda S.N., Ermolaeva V.A. Problems of operational control of physical and chemical environmental factors in residential areas of Russian settlements / International Scientific Conference Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna EBWFF 2023 (Part 1), E3S Web of Conferences 420, 09001 (2023).
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году» / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. – Режим доступа: - <https://2020.ecology-gosdoklad.ru/>.
3. Fedoseeva E.V., Bulkin V.V., Kalinichenko M.V. Technique for estimating the efficiency of noise protective acoustic screens in the presence of flat anti-diffractors / Akustika, vol.40 (2021). -P.22-28.
4. ГОСТ Р 51943-2002. Экраны акустические для защиты от шума транспорта. Методы экспериментальной оценки эффективности / Инженерная и санитарная акустика. Сборник нормативно-методических документов. (Сост. Н.И. Иванов). Том.2. – СПб.: Компания «Интеграл», 2008. С.188-202.
5. Bulkin, V.V., Kalinichenko, M.V. Noise-absorbing acoustic screen based on a helmholtz resonator // Akustika, Vol.39, 2021, pp. 274–278.
6. ГОСТ 23337-2014. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий / Инженерная и санитарная акустика. Сборник нормативно-методических документов. В 2 томах. Том 1. –СПб.: Компания «Интеграл», 2008. –С.355-384.

Гусейнов Н.Г., Кутырева Е.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
tb – mivlgu@mail.ru*

Витаминная корреляция иммунных расстройств у крольчат в период отъема от маток

Вопрос об увеличении производства продукции животноводства, улучшения ее качества, может быть решен только при организации и четкой поддержке национального продовольственного рынка, а именно собственных производителей продуктов питания. Восстановления утраченных позиций в развитии животноводства возможно при коренном улучшении воспроизводства стада, решение вопроса сохранности поголовья животных, и за счет интенсивного развития всех отраслей, в том числе производства, которое уже не раз привлекало внимание плодовитости кроликов, их скороспелостью, хорошей оплатой кормов и высокими диетическими качествами мяса кролика. Практически повсеместно регистрируемая заболеваемость молодняка говорит о том, что в среде обитания животных постоянно присутствуют неблагоприятные факторы вызывающие патологические изменения в организме. Исследованиями Воронина Е.С. с соавт. (1991) установлено, что молодняки в большинстве случаев рождаются с низкой резистентностью и пониженной неспецифической защитной реактивностью организма. Дефицит естественной резистентности и иммунологической реактивности, обусловленный недостаточным морфологическим развитием и ослаблением функциональной активности органов и тканей формирующих защитные системы, является одной из главных причин распространения и неблагоприятного течения болезней разной этиологии. Заболеваемость приплода, полученного от кроликов с признаками иммунодефицита в отдельных хозяйствах, достигает 100%, а отход 85 – 90%. Содержание в одном помещении животных с иммунобиологическим фоном, при воздействии различных стрессов, приводит к возникновению иммунодефицитного состояния, способствующего повышенной восприимчивости молодняка к различным ауто - и экзопатогенам. Разнообразие причин возникновения иммунодефицитных состояний снижает эффективность применения специфических препаратов, как правило патологии органов дыхания возникают с 15 – 20 дневного возраста и применение вакцин в этом возрасте также неэффективно, так как иммунная система у молодняка способна, реагировать на антигены с 1,5 - 2 месячного возраста. Поэтому существенную роль в профилактике и лечении болезней иммунных расстройств играет комплексное изучение сути вопроса и разработка средств, способствующих повышению уровня факторов естественной резистентности организма и устраняющих иммунодефициты у животных. Актуальность проблемы иммунокоррекции связана с тем, что в основе многих болезней лежат вторичные иммунодефициты (Петров Р.В., 1987).

Целью работы является определение роли витаминов, изучение некоторых природных источников на содержание витаминов и их действие на клинический и иммунный статус молодняка кроликов (2 – 4 месячного возраста) профилактике и лечение болезней в этот период, (период отъема молодняка от маток).

Для достижения поставленной цели были выдвинуты следующие задачи:

- Выяснение значения витаминов А,С,Д и группы В в образовании ферментов, веществ антиоксидантов уничтожающих перекисные соединения в организме животных, повышающие иммунитет;
- Определение природных источников (продукты) содержащих наибольшее количество витаминов А,С,Д и группы В с последующей рекомендацией и введением их по возможности в рацион животных;
- Исследование показателей клеточного и гуморального иммунитета у крольчат после введение в рационах продуктов с высоким содержанием витаминов А,С, Д и группы В;

- Определение динамики активности гуморального и клеточного иммунитета, факторов неспецифической резистентности при лечении и профилактике болезней у крольчат (особенно в период объема от маток) смесями с высоким содержанием витаминов А,С,Д и группы В.

Литература

1. Гусейнов Н.Г. Иммунные расстройства в организме сельскохозяйственных животных и возможные риски для здоровья человека в сфере его жизнедеятельности при техногенных патологиях паразитарной этиологии (Российский научный журнал – издатель АНО «РИЭПСИ», №5 (48) 2015 г. – с. 321 – 324.)
2. Сергеев Л.В и др. Биохимическая фармакология. Издательство «Высшая школа», М., К – 51, Неглинная ул., д 29/14.

В.А. Ермолаева

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
ErmolaevaVA2013@mail.ru*

Классификация, преимущества и недостатки различных типов фильтровальных установок

В химической технологии широко применяются процессы разделения гетерогенных систем для получения продуктов и полупродуктов производства, регенерации технологических сред, очистки от примесей, обезвреживания стоков и выбросов: осаждение; фильтрование; центрифугирование. Фильтрование – сложный гидродинамический процесс разделения суспензий или аэрозолей при помощи пористых (фильтровальных) перегородок. Жидкий продукт разделения называют фильтратом. Процесс фильтрования протекает под действием разности давлений: источника повышенного давления (фильтрование под давлением); источника разрежения (вакуумное фильтрование); за счет силы давления столба суспензии на фильтровальную перегородку (под наливом).

Целью работы является изучение классификации фильтров, их устройства и принципа работы, преимуществ и недостатков. Объектом исследования в работе является барабанный вакуум-фильтр с внутренней фильтрующей поверхностью. В работе описаны физико-химические основы процесса фильтрации, представлена классификация фильтров, их подробное описание и принцип действия; рассмотрены и описаны устройство и принцип действия барабанного вакуум-фильтра с внутренней фильтрующей поверхностью; представлена подробная технологическая схема аппарата; изучены правила безопасности при использовании оборудования.

Барабанные вакуум-фильтры — самая большая группа вакуум-фильтров непрерывного действия, обладают следующими преимуществами: высокая удельная эффективность фильтрации; компактность; большой диапазон производительности; широкий диапазон материального исполнения; автоматическая корректировка работы при изменении входных потоков; простота обслуживания. Недостатками являются непригодность для фильтрации разнородных пульп малой крупности и недостаточная промывка.

Фильтровальные установки подразделяются на различные группы по нескольким признакам: периодически действующие и непрерывно действующие, неподвижная фильтровальная перегородка или непрерывно движущаяся по замкнутому пути, способ создания перепада давления, по взаимной направленности вынуждающей силы движения фильтрата в фильтровальной перегородке и направленности силы тяжести, по степени автоматизации, по конструктивным особенностям, по областям применения.

1) Нутч-фильтры: открытые, работающие при разрежении, и закрытые, работающие под избыточным давлением. Открытый нутч-фильтр - прямоугольный или цилиндрический аппарат с фильтровальной перегородкой из пористых керамических плиток или ткани, уложенной на решетке, расположенной несколько выше его днища. Достоинства открытых нутч-фильтров: возможность тщательной промывки осадков, легкость защиты от коррозии, простота и надежность конструкции. Недостатки: малая скорость фильтрования, громоздкость установки.

Достоинства закрытых нутч-фильтров: значительная скорость фильтрования, возможность отделения трудно фильтруемых осадков, пригодность для разделения суспензий, выделяющих огнеопасные или токсичные пары. Недостатки: ограниченная производительность, малая фильтрующая поверхность, работа под избыточным давлением.

2. Мешочные фильтры состоят из ряда вертикальных фильтровальных элементов (тканевые мешки, натянутые на каркасы), находящихся в горизонтальном или вертикальном корпусе. Мешочные фильтры, работающие под давлением, обладают следующими преимуществами: промывка осадка при меньшем расходе воды, меньший износ ткани, более легкое обслуживание, большая производительность на единицу фильтровальной поверхности.

Недостатки этих фильтров: сложность изготовления и высокая стоимость, трудность контроля конечной толщины слоя осадка на элементах, недостаточное перемешивание суспензии; сложность промывки осадка, более сложная замена ткани.

3. Патронные фильтры состоят из фильтровальных элементов в виде узких, закрытых снизу вертикальных цилиндров, изготовленных из пористой керамики, угольной массы, прессованного кизельгура. Фильтрат продавливается снаружи через фильтровальную перегородку внутрь каждого элемента, осадок остается на его наружной поверхности. Часто снабжаются автоматическим управлением и могут работать без постоянного наблюдения.

4. Дисковые вакуум-фильтры состоят из 1-10 вертикальных дисков, укрепленных на горизонтальном валу, состоящих из плотно прижатых друг к другу секторов с рифлеными боковыми поверхностями. Разновидностью является тарельчатый вакуум - фильтр, или план-фильтр, имеющий один горизонтальный пустотелый диск. Достоинства тарельчатого фильтра: возможность фильтрования неоднородных суспензий. Недостатки: громоздкость установки, небольшая фильтрующая поверхность, затруднительность снятия осадка и очистки ткани.

5. Карусельные вакуум-фильтры представляют собой горизонтальный вращающийся вакуум-фильтр непрерывного действия с вращающейся кольцевой рамой, на которой шарнирно укреплены ячейки-противни. Достоинства карусельных фильтров: высокая производительность при разделении грубодисперсных суспензий, весьма тщательная промывка осадка, длительный срок службы фильтровальной ткани и легкость ее замены, низкие эксплуатационные расходы.

6. Ленточный вакуум-фильтр состоит из горизонтального гладкого стола, по которому скользит бесконечная резиновая лента, натянутая между барабанами. Преимущества: непрерывный, полностью автоматический принцип работы, высокая пропускная способность, низкие эксплуатационные затраты, прочная конструкция фильтра. Недостатками являются быстрый износ фильтровальной ткани, опасность её перекосов при движении, сложность организации герметичности, громоздкость фильтра.

7. Фильтр-прессы применяют для разделения тонкодисперсных суспензий, состоят из ряда чередующихся плит и рам, между которыми помещаются перегородки («салфетки») из фильтровальной ткани. Преимущества: относительная простота конструкции; низкое энергопотребление и стоимость эксплуатации; высокая степень разделения фаз; пригодность для разделения суспензий с низкой концентрацией твердых частиц; возможность фильтрования трудно разделяемых суспензий и высокотоксичных суспензий; возможность разделения суспензий при высокой температуре, когда охлаждение суспензии недопустимо; возможность полной автоматизации процесса фильтрации;

Литература

1. Ермолаева В.А., Борунова Е.В. Анализ водоподготовки для гальванического производства с помощью фильтровальных установок, Международный журнал гуманитарных и естественных наук, № 1-2 (52), 2021. – с. 48-52.

2. Плановский А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://new-lib.ru/1328833-protcessy-i-apparaty-khimicheskoi-tekhnologii--planovskii-a-n-ramm-v-m-kagan-s-z.html>

Ермолаева В.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
ErmolaevaVA2013@mail.ru*

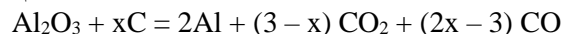
Актуальные проблемы производства алюминия

При исследовании производства алюминия с использованием электролизера рассмотрены актуальные проблемы, требующие технологических, конструктивных и химических решений.

Электролиз – физико-химический процесс, состоящий в выделении на электродах составных частей растворённых веществ или других веществ, являющихся результатом вторичных реакций на электродах, который возникает при прохождении электрического тока через раствор, либо расплав электролита.

Электролизный цех отличается от других металлургических предприятий и состоит из нескольких прямоугольных корпусов, протяженность часто превышает 1 км. Внутри рядами установлены сотни электролизеров, подключенных массивными проводами к электричеству. Единственным применяющимся в крупномасштабном промышленном производстве способом получения металлического алюминия является электролитическое разложение его оксида, растворенного в расплавленном криолите Na_3AlF_6 (или $3\text{NaF}\cdot\text{AlF}_3$) при 950°C . Основным исходным сырьем являются глинозем (Al_2O_3), фтористый алюминий (AlF_3), криолит, фтористый кальций (CaF_2). Ток подводят с помощью 32 электродов из прессованного и обожженного угля. Алюминий осаждается на дне ванны (катоде), образуя слой в 10-15 см, который периодически выливается с помощью вакуум-ковша и направляется в литейное отделение, где готовятся сплавы с кремнием, магнием, марганцем, медью или проводится рафинирование. На аноде происходит окисление выделяющимся кислородом углерода. Отходящий анодный газ представляет собой смесь CO_2 и CO . Каждые полчаса при помощи автоматической системы подачи загружается новая порция сырья (около 2 кг).

Суммарная реакция процесса:



Актуальными проблемами производства алюминия являются:

1) проблема высокой коррозионной активности среды электролизера. Криолитоглиноземные расплавы очень агрессивны, противостоят которым должны устойчивые материалы. Из них и выполняется внутренняя футеровка электролизера. Для оценки проблемы использования коррозионно-устойчивых материалов проведено полное описание устройства электролизера, рассмотрены виды электролизеров. Электролизер состоит из трех основных узлов: катодного устройства, анодного устройства, системы ошиновки.

Анод электролизера предназначен для подвода тока для осуществления процесса электролиза. Аноды – погружаемые в криолит угольные блоки длиной около 1,5 метров и шириной 0,5 метра. Анодная плотность тока $0,862 \text{ A/cm}^2$. Анодное устройство состоит из:

- угольного анода: подъемного механизма, служащего для перемещения анода по мере его сгорания или при выливке металла из ванны. Инертный анод должен удовлетворять основным требованиям: обладать термической стойкостью; иметь хорошую электрическую проводимость, быть коррозионностойким и не загрязнять алюминий примесями.

- ошиновки: опорной конструкции, которая может монтироваться на катодном кожухе или на специальных стойках, опирающихся на фундамент. Ошиновка электролизеров должна обеспечивать равномерное распределение тока по поверхности электродов, способствовать уменьшению действия электромагнитных сил в зоне электролита и быть достаточно дешевой.

Катодное устройство электролизера любого типа представляет собой ванну, выложенную из углеграфитовых подовых блоков и бортовых угольных или карбидокремниевых плит. Вся конструкция заключена в металлический кожух. Между стенками кожуха и блоками размещается огнеупорная и теплоизоляционная футеровка. Специально изготовленные

конструкционные материалы подины устойчивы против агрессивного воздействия расплавленного электролита и являются достаточно хорошими проводниками тока.

2) проблема энергозатратности производства. Современный метод получения, процесс Холла—Эру заключается в растворении оксида алюминия (глинозема) Al_2O_3 в расплаве криолита Na_3AlF_6 с последующим электролизом с использованием расходуемых коксовых или графитовых анодных электродов. Такой метод получения требует очень больших затрат электроэнергии, и поэтому получил промышленное применение только в XX веке.

Для оценки данной проблемы был выполнен энергетический расчет электролизера.

Расчёт электрического баланса состоит в определении падений напряжения в конструктивных элементах электролизёра, в электролите и напряжений поляризации.

Анодное перенапряжение 0,199 В. Концентрационное перенапряжение 0,162 В. ЭДС поляризации 1,572 В. Среднее удельное сопротивление анода 0,0076 Ом·см. Удельное электросопротивление электролита 0,44 Ом·см. Падение напряжения в электролите (расчетное 1,59 В) составляет весомую долю напряжения на ванне, поэтому необходимо чётко следить за этой величиной. Дополнительное падение напряжения, вызванное пузырьковым слоем 0,849 В.

3) проблема значительного расхода угольных анодов. Получение алюминия электролизом криолитоглиноземного расплава связано с значительным расходом угольных анодов (420—575 кг/т алюминия), что составляет 20-25 % себестоимости алюминия.

Для оценки данной проблемы был выполнен материальный расчет электролизера (на 1 час). Расходные значения сырья для получения 10 кг алюминия примем по следующим данным: глинозем 19,7 кг; фторид алюминия 0,7 кг; фторид кальция 0,15 кг; анодная масса 5300 г. Рассчитаны значения производительности электролизера, приход сырья и материалов в технологический процесс. Выполнен расчёт продуктов электролиза и расчёт потерь сырья. Состав анодных газов $CO_2: CO = 6:4$.

Проанализированы данные о возможности изготовления анодов на основе SnO с добавками оксидов меди или сурьмы в количестве 0,5—2,0 % для повышения механической прочности и электрической проводимости.

- Производство алюминия должно проходить без доступа воздуха, иначе вместо чистого металла будет образовываться смесь алюминия и его оксидов в результате реакции с воздухом и образования оксидной пленки. Такая реакция не только выступает преимуществом металла, но и является недостатком, усложняющим производство и корректирующим процесс литья.

Производительность современных электролизных ванн составляет 500—1200 кг алюминия в сутки. Для получения 1 т алюминия расходуется: 1,95 т глинозема, 25 кг криолита, 25 кг фтористого алюминия, 0,5—0,6 т анодной массы, 14—16 МВт · ч электроэнергии.

Литература

1. Ермолаева В.А., Козлова Я.Ю. Исследование технологического процесса получения алюминия электролизом глинозема, Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. - 2016. - № 4(30) - с. 10-15.
2. Ермолаева В.А. Алгоритмы расчета и расчетные характеристики химико-технологических процессов, Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, № 5, 2018, стр. 28-33.
3. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Режим доступа: http://www.newlibrary.ru/book/gelperin_n_i_/osnovnye_processy_i_apparaty_himicheskoi_tehnologii_kn_2.html

Ермолаева В.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
ErmolaevaVA2013@mail.ru*

Классификация, преимущества и недостатки различных типов фильтровальных установок

В химической технологии широко применяются процессы разделения гетерогенных систем для получения продуктов и полупродуктов производства, регенерации технологических сред, очистки от примесей, обезвреживания стоков и выбросов: осаждение; фильтрование; центрифугирование. Фильтрование – сложный гидродинамический процесс разделения суспензий или аэрозолей при помощи пористых (фильтровальных) перегородок. Жидкий продукт разделения называют фильтратом. Процесс фильтрования протекает под действием разности давлений: источника повышенного давления (фильтрование под давлением); источника разрежения (вакуумное фильтрование); за счет силы давления столба суспензии на фильтровальную перегородку (под наливом).

Целью работы является изучение классификации фильтров, их устройства и принципа работы, преимуществ и недостатков. Объектом исследования в работе является барабанный вакуум-фильтр с внутренней фильтрующей поверхностью. В работе описаны физико-химические основы процесса фильтрации, представлена классификация фильтров, их подробное описание и принцип действия; рассмотрены и описаны устройство и принцип действия барабанного вакуум-фильтра с внутренней фильтрующей поверхностью; представлена подробная технологическая схема аппарата; изучены правила безопасности при использовании оборудования.

Барабанные вакуум-фильтры — самая большая группа вакуум-фильтров непрерывного действия, обладают следующими преимуществами: высокая удельная эффективность фильтрации; компактность; большой диапазон производительности; широкий диапазон материального исполнения; автоматическая корректировка работы при изменении входных потоков; простота обслуживания. Недостатками являются непригодность для фильтрации разнородных пульп малой крупности и недостаточная промывка.

Фильтровальные установки подразделяются на различные группы по нескольким признакам: периодически действующие и непрерывно действующие, неподвижная фильтровальная перегородка или непрерывно движущаяся по замкнутому пути, способ создания перепада давления, по взаимной направленности вынуждающей силы движения фильтрата в фильтровальной перегородке и направленности силы тяжести, по степени автоматизации, по конструктивным особенностям, по областям применения.

2) Нутч-фильтры: открытые, работающие при разрежении, и закрытые, работающие под избыточным давлением. Открытый нутч-фильтр - прямоугольный или цилиндрический аппарат с фильтровальной перегородкой из пористых керамических плиток или ткани, уложенной на решетке, расположенной несколько выше его днища. Достоинства открытых нутч-фильтров: возможность тщательной промывки осадков, легкость защиты от коррозии, простота и надежность конструкции. Недостатки: малая скорость фильтрования, громоздкость установки.

Достоинства закрытых нутч-фильтров: значительная скорость фильтрования, возможность отделения трудно фильтруемых осадков, пригодность для разделения суспензий, выделяющих огнеопасные или токсичные пары. Недостатки: ограниченная производительность, малая фильтрующая поверхность, работа под избыточным давлением.

2. Мешочные фильтры состоят из ряда вертикальных фильтровальных элементов (тканевые мешки, натянутые на каркасы), находящихся в горизонтальном или вертикальном корпусе. Мешочные фильтры, работающие под давлением, обладают следующими преимуществами: промывка осадка при меньшем расходе воды, меньший износ ткани, более легкое обслуживание, большая производительность на единицу фильтровальной поверхности.

Недостатки этих фильтров: сложность изготовления и высокая стоимость, трудность контроля конечной толщины слоя осадка на элементах, недостаточное перемешивание суспензии; сложность промывки осадка, более сложная замена ткани.

3. Патронные фильтры состоят из фильтровальных элементов в виде узких, закрытых снизу вертикальных цилиндров, изготовленных из пористой керамики, угольной массы, прессованного кизельгура. Фильтрат продавливается снаружи через фильтровальную перегородку внутрь каждого элемента, осадок остается на его наружной поверхности. Часто снабжаются автоматическим управлением и могут работать без постоянного наблюдения.

4. Дисковые вакуум-фильтры состоят из 1-10 вертикальных дисков, укрепленных на горизонтальном валу, состоящих из плотно прижатых друг к другу секторов с рифлеными боковыми поверхностями. Разновидностью является тарельчатый вакуум - фильтр, или план-фильтр, имеющий один горизонтальный пустотелый диск. Достоинства тарельчатого фильтра: возможность фильтрования неоднородных суспензий. Недостатки: громоздкость установки, небольшая фильтрующая поверхность, затруднительность снятия осадка и очистки ткани.

5. Карусельные вакуум-фильтры представляют собой горизонтальный вращающийся вакуум-фильтр непрерывного действия с вращающейся кольцевой рамой, на которой шарнирно укреплены ячейки-противни. Достоинства карусельных фильтров: высокая производительность при разделении грубодисперсных суспензий, весьма тщательная промывка осадка, длительный срок службы фильтровальной ткани и легкость ее замены, низкие эксплуатационные расходы.

6. Ленточный вакуум-фильтр состоит из горизонтального гладкого стола, по которому скользит бесконечная резиновая лента, натянутая между барабанами. Преимущества: непрерывный, полностью автоматический принцип работы, высокая пропускная способность, низкие эксплуатационные затраты, прочная конструкция фильтра. Недостатками являются быстрый износ фильтровальной ткани, опасность её перекосов при движении, сложность организации герметичности, громоздкость фильтра.

7. Фильтр-прессы применяют для разделения тонкодисперсных суспензий, состоят из ряда чередующихся плит и рам, между которыми помещаются перегородки («салфетки») из фильтровальной ткани. Преимущества: относительная простота конструкции; низкое энергопотребление и стоимость эксплуатации; высокая степень разделения фаз; пригодность для разделения суспензий с низкой концентрацией твердых частиц; возможность фильтрования трудно разделяемых суспензий и высокотоксичных суспензий; возможность разделения суспензий при высокой температуре, когда охлаждение суспензии недопустимо; возможность полной автоматизации процесса фильтрации;

Литература

1. Ермолаева В.А., Борунова Е.В. Анализ водоподготовки для гальванического производства с помощью фильтровальных установок, Международный журнал гуманитарных и естественных наук, № 1-2 (52), 2021. – с. 48-52.

2. Плановский А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://new-lib.ru/1328833-protcessy-i-apparaty-khimicheskoi-tekhnologii--planovskii-a-n-ramm-v-m-kagan-s-z.html>

Калиниченко М.В.

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, 23
marinakali@mail.ru

Мероприятия по снижению шумовой нагрузки на городских территориях

Уменьшение акустического загрязнения окружающей человека среды является одним из приоритетных направлений в деле улучшения качества жизни человека и борьбы за его здоровье. Основными источниками шума является большое количество различного транспорта, промышленные предприятия и организации хозяйственно-социальной направленности, такие как крупные торговые комплексы, магазины, развлекательные центры и т.п. Все эти источники шума создают обширную зону акустического дискомфорта [1], где сверх нормативные уровни шумовой нагрузки, не удовлетворяющие требованиям СН 2.2.4/2.1.8.562 и СП 51.13330, способствуют нарушению здоровья населения, что в свою очередь требует осуществления шумозащитных мероприятий.

При выборе мероприятий по снижению шума в первую очередь следует предусматривать организационные мероприятия, которые не требуют существенных капитальных вложений. К организационно-градостроительным мероприятиям относят: рациональную застройку магистральных улиц, максимальное озеленение территорий микрорайонов и разделительных полос, использование особенностей рельефа местности, вынос основных потоков грузового транспорта за территорию городов (объездные дороги) и др.

К эффективным техническим мероприятиям относят предупреждение образования шума в самом источнике шума (проектирование транспортных средств и дорожного полотна с учетом современных акустических требований) и снижение распространения шума на пути его распространения с помощью шумозащитных сооружений и экранирующих препятствий. С учетом того, что основным источником шума на городских территориях является транспорт, то к шумозащитным сооружениям и экранирующим препятствиям относятся: шумозащитные зеленые насаждения (ШЗН), земляные грунтовые валы (ЗГВ), шумозащитные выемки (ШВ), галереи (ШГ) и экраны (ШЭ), звукоизолирующее остекление (ЗО).

В отечественной нормативной документации [2] изложены принципы выбора определенной шумозащитной конструкции. При выборе необходимо оценивать следующее:

- акустическую эффективность планируемой шумозащитной конструкции с учетом всех применяемых пассивных мероприятий;

- имеющиеся условия для устройства той или иной конструкции;

- оптимальность устройства, определяемую согласно таблице 4 в документе [2].

Оптимальность определяется в баллах по следующим признакам:

- акустическая эффективность шумозащитной конструкции;

- конструктивная ширина видимой части, влияющая на ширину полосы отвода;

- обеспечение снегопереноса или отсутствие снегоотложений;

- отсутствие влияния на безопасность дорожного движения;

- отсутствие необходимости устройства дополнительных элементов водоотведения;

- удобство обслуживания и эксплуатации;

- возможность выполнения конструктивных мер для обеспечения обслуживания и эксплуатации элементов и сооружений автодороги;

- обеспечение конструктивной прочности на весь период службы;

- способность противостоять агрессивности среды эксплуатации;

- выполнение требований пожарной безопасности;

- простота конструкции;

- транспортабельность и удобство монтажа;

- доступность и стоимость;

- эстетичный вид готовой конструкции.

Все шумозащитные конструкции ранжируются по заданным критериям согласно суммарному количеству баллов (см. табл. 1).

Таблица 1 – Оптимальность применения различных шумозащитных конструкций

Шумозащитные конструкции	ШЗН	ЗГВ	ШВ	ШЭ	ШГ	ЗО
Шкала оптимальности (сумма баллов)	47	47	53	55	45	55

Из таблицы следует, что наиболее эффективными и удобными для применения являются звукоизолирующее остекление и шумозащитные экраны.

В отечественной нормативной документации разработаны модели акустических экранов, которые служат преградой между источником шума и защищаемым объектом. За ШЭ формируется зона акустической тени, где и наблюдается существенное снижение звукового давления. Очевидно, что степень ослабления звуковой волны зависит от характеристик акустического экрана, таких как его высота, ширина, толщина, плотность материала и конструктивные особенности конструкции и др. [3,4 и др.]. Следовательно, важным является изучение характера влияния свойств экрана на его шумозащитные характеристики.

В настоящее время на территории России широко применяются отражающие и отражающе-поглощающие ШЭ.

Основная задача отражающих ШЭ – изолировать защищаемый объект от шумового поля, создать зону акустической тени с благоприятным уровнем шума. При звукоизоляции уменьшается уровень шума, который распространяется за счет колебания преграды. Для обеспечения звукоизоляции применяют плотные (поверхностная плотность более 10 кг/м²) [3], жесткие, массивные перегородки. При этом ослабление зависит от массы перегородки, а не от ее материала. Большее ослабление достигается при слоистых перегородках, с воздушными промежутками между слоями.

В отражающе-поглощающих ШЭ сочетаются два эффекта: звукоотражение (в меньшей степени) и звукопоглощение. При звукопоглощении звук ослабляется за счет поглощения звуковой энергии в порах материала перегородки (войлок, вата, пемза и др.). Наряду с пористыми материалами для звукопоглощения применяются специальные мастики, которыми покрываются перегородки и отдельные части машин.

Литература

1. Bulkin, V.V., Kalinichenko, M.V. The problems of reducing the noise level on open sites of machine building plants and living areas. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2015, 91(1), 012080.
2. ОДМ 218.8.011-2018 Методические рекомендации по определению характеристик и выбору шумозащитных конструкций автомобильных дорог.
3. СП 276.1325800.2016 Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков.
4. ГОСТ 31295.2-2005. Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета.

Д.А. Карасев
АО «Муромский стрелочный завод»
602262, Россия, Владимирская обл., г. Муром, ул. Стахановская, 22а
Vuxerytnik@yandex.ru

Пришло время модернизации систем очистки вредных выбросов.

Пункт 16 статьи 1 Федерального закона от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в ФЗ «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации», говорят нам о том, что объектам I категории установлена обязанность получения комплексного экологического разрешения (КЭР). Данный документ выдается уполномоченным федеральным органом исполнительной власти юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю, осуществляющим хозяйственную и (или) иную деятельность на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду, и содержит обязательные для выполнения требования в области охраны окружающей среды [1]. Наше государство не просто так уделило такое пристальное внимание этому вопросу, а все по тому, что предприятий данной категории на территории нашей необъятной родины очень много, а вред, который они наносят окружающей среде, огромен. Для того, чтобы расставить приоритеты Минприроды утвердило список из 300 предприятий, оказывающих наибольшее негативное воздействие на окружающую среду [2]. Упомянутые объекты должны были получить КЭР к концу 2022(в связи с законодательными пробелами срок продлили до 31.12.2024), а всем остальным крупным предприятиям – к 2025.

К их числу последних относится Муромский стрелочный завод, в производственный процесс которого входит литье металла в сталелитейном цехе, что связано с рисками вредных выбросов значительных объемов в окружающую среду. Сталелитейный цех занимает центральное место на предприятии и если остановят его работу из-за превышения предельно-допустимой концентрации вредных выбросов, то встанет весь цикл производства продукции. В его состав входят следующие производственные отделения: плавильное, формовочное, смесеприготовительное, стержневое, термообрубное и вспомогательные участки. Последние включают в себя цеховую ремонтную мастерскую, экспресс-лабораторию, вентиляционные системы, инструментальные кладовые, подготовки ковшей и пр. Также в состав литейного цеха входят склады: шихтовых и формовочных материалов, отливок, модельной и стержневой оснастки. Основная задача цеха состоит в обеспечении предприятия стальным литьем марок 110Г13Л (марганцовистое литье) и 15-45Л (углеродистое литье). Плавка металла осуществляется в четырех электродуговых печах типа ДС-6Н1, оборудованных местными отсосами. При этом две печи являются углеродистыми, т.е. расплавление шихты идет в печах с кислой футеровкой, температура разлива которой составляет 1730 °С. Системы очистки от вредных выбросов сталелитейного цеха функционируют с момента постройки здания, в котором они расположены, а это начало 1986 года. Поэтому не удивительно, что установленные практически 40 лет назад коагуляционные мокрые пылеуловители КМП-3,2 выработали свой ресурс и не обеспечивают должным образом очистку выделяемых в процессе плавки металла газов. Проведенное заводской комиссией обследование показало, что отработанные газы от печей удаляются без очистки «сухим» способом. Трубы, подводящие воду к КМП от времени, сгнили, а отводящие шлак каналы забиты песком. За пределами территории завода также ощущается отсутствие систем очистки, из трубы литейного цеха часто происходит выброс загрязняющих веществ в виде густого дыма кирпичного цвета с характерным тяжелым запахом.

В дополнении к визуальному осмотру, а также с целью проанализировать эффективность очистки вредных веществ, содержащихся в парах газа плавящегося металла, проработавшими столь существенный срок коагуляционными мокрыми пылеуловителями, произведен расчет, проведенный согласно методики, изложенной в «Руководстве по измерению основных параметров и определению запыленности пылегазовых потоков на источниках выбросовзагрязняющих веществ в атмосферу» [3]. За основу в нем использовались данные, полученные после проведенных замеров на участке отвода газов от работающей электродуговой печи №3(до и после очистки). Результаты, полученные в процессе расчета, показали, что отработанные газы от печей удаляются, но не с должной эффективностью, как это должно быть. А самое главное, что с данными показателями КЭР получить не возможно. Исходя из этого, как

для снижения негативного влияния на окружающую среду, так и для получения КЭР заводу необходимо выполнить два основных условия:

1) Осуществить внедрение на предприятии нового оборудования очистки выбросов от сталеплавильных печей, отвечающего требованиям наилучших доступных технологий и обеспечивающего недопущения превышения предельно-допустимой концентрации вредных выбросов;

2) Провести оснащение труб сталеплавильных печей автоматизированными системами контроля выбросов загрязняющих веществ, а также техническими средствами фиксации и передачи информации в госреестр (На основании Федерального закона об Охране окружающей среды № 7-ФЗ от 10.01.2002г. (ред. от 29.07.2018г.) ст. 67 п. 9) [4].

Подводя итог выше изложенному можно сделать вывод, что проведя модернизацию и достигнув эффективной очистки вредных выбросов предприятие получает множество преимуществ. В первую очередь это сохранение окружающей среды: эффективная очистка выбросов позволяет снизить воздействие загрязнений на атмосферу, водные ресурсы и почву. Это способствует сохранению чистоты и качества природной среды для будущих поколений. Во-вторых, эффективная очистка выбросов помогает предприятиям соблюдать установленные нормативы и требования к качеству воздуха, воды и почвы. Это предотвращает возможные штрафы и претензии со стороны как контролирующих органов, так и граждан, проживающих в непосредственной близости от предприятия. В-третьих, это повышение репутации. Компании, осуществляющие эффективную очистку выбросов, заслуживают доверия со стороны общественности и партнеров. Это способствует повышению престижа предприятия и его конкурентоспособности на рынке. И наконец, эффективная система очистки выбросов позволяет снизить затраты на производство и соблюдение экологических требований. Это обеспечивает экономическую выгоду предприятию и повышает его конкурентоспособность.

Литература

1. Федеральный закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в ФЗ «Об охране окружающей среды» и отдельным законодательным актам Российской Федерации».

–Режим

доступа:

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165823/

2. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 18 апреля 2018 г. № 154 "Об утверждении перечня объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, относящихся к I категории, вклад которых в суммарные выбросы, сбросы загрязняющих веществ в Российской Федерации составляет не менее чем 60 процентов"–Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71878898/>

3. ФГУП МНИИЭКО ТЭК «Руководство по измерению основных параметров и определению запыленности пылегазовых потоков на источниках выбросов загрязняющих веществ в атмосферу», Пермь, 2002, С.– 86. - Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293794/4293794071.pdf>

4. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» - Режим доступа: <https://base.garant.ru/12125350/?ysclid=loztgejfle771837022>

Н.Д. Лодыгина

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
center@mivlgu.ru*

Воздействия, приводящие к изменению параметров строительных материалов

Для большинства строительных материалов характерна неоднородность распределения компонентов по объёму, что осложняет изучение их механических характеристик. В настоящее время при проектировании строительных конструкций используется метод предельных состояний. Однако в процессе эксплуатации они работают под действием длительных нагрузок и температур, влияние которых можно учесть с помощью теории разрушения и деформирования твёрдых тел. Кроме того, механическое поведение твёрдых тел осложняется физико-химическим воздействием окружающей среды. Окружающая среда, в условиях которой эксплуатируются строительные изделия и конструкции, может иметь различную природу и состав [1]. Это может быть атмосфера (газ, вода), почва; кислоты, щёлочи, соли и их растворы; минеральные и органические вещества в жидком и твёрдом состояниях; а также различные комбинации указанных сред и их сочетания с электрическим током, световыми и радиоактивными излучениями.

Основные виды воздействий на твёрдое тело:

- *нагрузка* придаёт направленность процессу разрушения или деформирования;
- *наличие технологических дефектов и концентраторов напряжений* приводит к резкому увеличению локальных напряжений;
- *повышенная температура* ускоряет процесс разрушения или деформирования.

Жидкие активные среды могут быть неагрессивными, малоагрессивными, при которых тот или иной материал сохраняется столетиями или даже тысячелетиями, или столь агрессивным, что конструкции разрушаются через несколько лет и даже месяцев. Бурное развитие промышленности привело к значительному изменению общей экологической обстановки вследствие загрязнения земной коры, воздушного и водного бассейнов агрессивными продуктами и отходами, вызывающими коррозию строительных конструкций. Так, по сообщению общества охраны окружающей среды Греции, за последние 25 лет мрамор Парфенона пострадал больше, чем за все 2500 лет своего существования. Обстановка усугубляется и прогрессирующей химизацией технологических процессов. Установлено, что разрушающему воздействию атмосферных и производственных агрессивных сред подвергаются от 15% до 75 % строительных конструкций зданий и сооружений. В развитых странах мира коррозия отнимает около 10 % их национального дохода. Только сталь от коррозии в мире ежегодно теряет более 100 миллионов тонн.

Различают следующие виды старения: под действием УФ - облучения и солнечного света, под действием повышенных температур и механохимическое старение. Данные факторы являются наиболее распространёнными, под их воздействием происходит изменение структуры материалов, приводящее чаще всего к ухудшению их физико-механических характеристик. Исключение составляет древесина.

К атмосферным воздействиям относятся: колебание температуры и влажности, многократное замораживание-оттаивание. Данные воздействия могут приводить к возникновению концентраторов напряжений.

Природные катаклизмы - цунами, ураганы, землетрясения, оползни, селевые потоки и т.д. чаще всего приводят к разрушению конструкций.

Метод прогнозирования основных параметров работоспособности строительных материалов, изделий и конструкций базируется на концепции разрушения и деформирования твёрдого тела. Он позволяет, кроме нагрузки, действующей на конструкции и изделия, учитывать влияние температуры и времени их действия, а также особенности структуры, состава и наличие дополнительных факторов (старения, климатических воздействий и агрессивных сред).

Установлено, что жидкие агрессивные среды оказывают негативное влияние на большинство физико-механических характеристик строительных материалов. Наибольшей

химической стойкостью из органических строительных материалов обладают полимеры, а наименьшей – древесные композиты.

В процессе эксплуатации под действием УФ-облучения и повышенных температур происходит старение строительных материалов, приводящее к изменению их структуры и физико-механических характеристик. Наибольшей стойкостью к данным воздействиям обладает древесина и каменные материалы. Что касается древесных композитов, то незначительное снижение прочности вызвано разрушением химических связей смолы. Битумные композиции напротив очень чувствительны к старению. Для них наблюдается изменение прочности, структуры и состава.

Литература

1. Ярцев В. П. Прогнозирование поведения строительных материалов при неблагоприятных условиях эксплуатации: учебное пособие / В.П. Ярцев, О.А. Киселёва. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009.

Лодыгина Н.Д.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
nina.lodygina@yandex.ru*

Виды напряжений и их учет при расчете металлических конструкций

Цель расчета строительных конструкций – обеспечить заданные условия эксплуатации и необходимую прочность при минимальном расходе материалов и минимальном затратах труда на изготовление и монтаж. Строительные конструкции рассчитывают на силовые и другие воздействия, определяющие их напряженное состояние и деформации. Напряжения, в зависимости от вида, подразделяются на основные, дополнительные, местные и начальные.

Основные напряжения определяются по усилиям, установленным для принятой идеализированной расчетной схемы, без учета местных, дополнительных и внутренних напряжений. Определяются от внешних воздействий методами, излагаемыми в курсе сопротивления материалов. Например, для ферм идеализированной является схема с шарнирными соединениями в узлах. В действительности шарниров там нет, узлы ферм всегда конструктивно выполняются жесткими. В легких фермах изгибная жесткость элементов фермы невелика, ею часто пренебрегают и определяют усилия так же, как в шарнирной системе. Поскольку основные напряжения уравнивают внешние воздействия и определяют несущую способность элементов конструкций, они выявляются расчетом и по ним в основном судят о надежности конструкций.

Дополнительные напряжения возникают в результате дополнительных связей по отношению к принятой. Определяются методами строительной механики. Если строго следовать реальной расчетной схеме, то ферму следует рассчитать как много раз статически неопределимую систему, найти моменты в элементах, в узлах и учесть их в расчете. К основным напряжениям в этом случае добавятся напряжения от моментов, которые называются дополнительными. В легких фермах ими пренебрегают, так как они выравниваются за счет пластической работы материала идеализированной расчетной схеме. Дополнительные напряжения при пластичном материале не оказывают существенного влияния на несущую способность конструкции. Это объясняется тем, что при расчетных нагрузках материал в местах перенапряжения переходит в пластическое состояние, при наступлении которого дополнительные напряжения или уменьшаются, или снимаются. Однако сокращение пластических деформаций в высокопрочных сталях, увеличение изгибной жесткости элементов в тяжелых фермах, снижение коэффициентов запаса, а также возможность применения современной вычислительной техники – все это приводит к необходимости учета дополнительных напряжений в расчетах как основных.

Местные напряжения могут быть двух видов: в результате внешних воздействий; в местах резкого изменения или нарушения сплошности сечения, где происходит концентрация напряжений. К местным напряжениям, возникающим из-за внешних воздействий, относятся напряжения в местах приложения сосредоточенных нагрузок – на опорах, в местах опирания каких-либо других конструкций, под катками мостовых кранов в подкрановых балках. Действуя на небольшой длине, они не сказываются на общих деформациях конструкций. Они приводят к появлению плоского напряженного состояния. Это увеличивает опасность разрушения конструкций.

Местные напряжения могут привести к развитию чрезмерных пластических деформаций, трещин или к потере устойчивости в тонких элементах сечений. Местные напряжения этого вида учитывают в расчете. При пониженных температурах и при дополнительных динамических воздействиях концентрация напряжений может привести к хрупкому разрушению. Это явление должно учитываться при проектировании выбором марки стали и конструктивной формы.

Начальные напряжения имеются в ненагруженном внешней нагрузкой элементе и, которые появились в нем в результате неравномерного остывания после прокатки или сварки, поэтому они называются внутренними, собственными или остаточными. Начальные напряжения, складываясь с напряжениями, вызванными внешней нагрузкой, приводят к тому, что

результатирующие напряжения в материале существенно отличаются от напряжений, определяемых расчетом.

Начальные напряжения приводят к повышению деформации, как бы снижая модуль упругости элемента, что может сказаться неблагоприятно на устойчивости при продольном изгибе. Борьба с начальными напряжениями ведется преимущественно конструктивными мероприятиями и соответствующим ведением технологического процесса при изготовлении металлических конструкций. Складываясь с основными, они могут ускорять или замедлять переход в пластическую стадию работы отдельных частей сечения, увеличивать деформации и через них влиять на устойчивость, но на несущую способность влияют слабо. Образуя плоское или объемное напряженное состояние, начальные напряжения могут способствовать хрупкому разрушению. Борьба с начальными напряжениями ведется технологическими мерами – уменьшением разности температур между отдельными частями конструкций при остывании. Иногда начальные напряжения создаются искусственно в процессе изготовления или монтажа конструкций для повышения их эффективности – в этом случае их называют предварительными и учитывают в расчетах как основные.

Осипов С.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
Sropka@yandex.ru*

Анализ влияния изменения содержания углекислого газа на спортсменов, в процессе проведения занятий в спортивном зале

Занятия спортом для молодого поколения является одним из наиболее значимых факторов укрепления и сохранения здоровья. Во время занятий спортом необходимо контролировать параметры микроклимата. Одним из таких параметров является концентрация диоксида углерода в закрытых спортивных помещениях [1–4].

Во время выполнения интенсивных физических нагрузок концентрации CO₂ в спортивных и тренажерных залах заметно повышается. В связи с тем, что содержания CO₂ в воздухе помещений увеличивается, возникают жалобы на: быстрое утомление, на снижение концентрации внимания, на чувство сонливости, на головные боли.

В связи с этим, получение качественных показателей, при измерении в помещении для занятий спортом, допустимых значений содержание диоксида углерода остается главной приоритетной, задачей для здоровья спортсменов, а также их спортивных достижений.

Оценку содержания углекислого газа осуществляют с помощью т.н. газоанализаторов, обеспечивающих получение численных значений концентрации того или иного газа в исследуемой среде.

В качестве контрольной точки обычно выбирается геометрический центр зала. Измерения проводятся на уровне 1,5 м от пола. Такая высота в основном выбирается по трём причинам.

Во-первых, в ряде методик измерений качества окружающей среды, при наличии разнообразных воздействующих загрязняющих факторов именно эта высота над уровнем подстилающей поверхности оговаривается как рекомендуемая для измерений.

Во-вторых, спецификой вида спорта, например, («рукопашный бой», «дзюдо», «самбо») является работа пар в «партере», близко к полу.

В-третьих, в силу возраста (от 5 до 16 лет) обучающиеся имеют рост, примерно соответствующий (или меньше) этому значению.

Измерения проводятся в начале тренировки, в середине тренировки (примерно через 40-45 минут) и в конце тренировки (примерно через 80-90 минут).

С целью обеспечения большей точности измерений фиксируются три значения с последующим определением средней величины. Оценку содержания углекислого газа, лучше осуществлялась посредством двух, трех измерителей, так как, важно качество показателей.

В результате данных измерений можно будет видеть, что средний показатель в середине тренировки либо находится в норме, либо увеличивается, а к концу тренировки либо может снижаться, а может и оставаться на том же уровне.

Благодаря данным измерения, мы так же можем увидеть концентрации CO₂ на протяжении всей тренировки.

В заключении следует подчеркнуть, что, спортивные сооружения должны отвечать определенным гигиеническим требованиям, которые регламентируются соответствующими строительными и санитарными нормами и правилами Министерства здравоохранения РФ, отраслевыми нормативно-методическими документами Государственного комитета по физической культуре, спорту и туризму.

Литература

1. Cichowicz R, Sabiniak H, Wielgoński G. The influence of a ventilation on the level of carbon dioxide in a classroom at a Higher University. *EcolChem and Eng S.* 2015; 22(1):61-71. DOI: <https://doi.org/10.1515/eces-2015-0003>

2. Steve Bonino. Carbon Dioxide Detection and Indoor Air Quality Control / National Lybrary of Medicine, 2016 Apr;85(4):46-8.
3. Marques, G., Ferreira, C.R. & Pitarma, R. Indoor Air Quality Assessment Using a CO2 Monitoring System Based on Internet of Things. J Med Syst 43, 67 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1184-x>
4. Перцев А.Н., Каминская В.А., Лобанов Д.В. и др. Экспериментальное обоснование необходимости разработки систем вентиляции в учебных аудиториях для реконструкции помещений / Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2019, № (3(10)). С.58-67.
5. Пронина Т. Н., Карпович Н.В., Полянская Ю.Н. Уровень углекислого газа в школьных помещениях и оценка комфорта детей /Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2015, № 3. С.32-35.

Р.В. Первушин

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
pervushin55_55@mail.ru*

Система повышения техносферной безопасности от гидрометеорологических факторов

Выпадение метеорологических осадков могут оказывать существенное влияние как на жизнедеятельность людей, так и на работоспособность различных техносферных объектов и отдельных технических средств. Причём экстремальное количество и большая продолжительность осадков может привести к опасным и, даже к чрезвычайным ситуациям. Влияние подобного рода – круглогодично, а экстремальные значения могут быть, как большими, так и малыми. Интенсивные осадки существенно влияют на функционирование транспортной и энергетической структур, сельского хозяйства, систем связи.

Таким образом для минимизации, а в идеале для устранения оговоренного влияния необходимо осуществлять контроль за интенсивностью осадков. Существующая метеорологическая сеть состоит из метеорологических станций и наблюдательных постов, которые расположены неравномерно, что приводит к ограничению точности результатов наблюдений. Задача станций – сбор метеорологической информации, по результатам которого осуществляется метеорологический прогноз. Таким образом сбор информации осуществляется в локальных географических точках, а прогноз по территориям осуществляется путём усреднения и дальнейшей интерполяции результатов.

Для увеличения точности и достоверности прогнозов целесообразно применение дистанционных методов зондирования атмосферы, например, радиолокационными методами, позволяющий контролировать параметры атмосферы на значительных площадях и различных уровнях высот. Интенсивность осадков определяется интегральным влагосодержанием облачных образований, измерение которого позволяет осуществлять комплекс радиометрических приёмников [1]. По радиотепловому излучению атмосферных образований комплекс оценивает влагосодержание облаков, что позволяет спрогнозировать формирование дождевых облаков и, в последующем, интенсивность осадков в наблюдаемой области. Для повышения точности измерений радиоизлучения облачных образований, путём учёта ослабления зондирующего радиосигнала на участке от облака до радиолокационного комплекса, разработана аппаратура, позволяющая осуществлять его измерение на приземной трассе.

Двухканальная аппаратура построена по принципу систем ближней радиолокации с частотной модуляцией и использует двукратное прохождение трассы СВЧ радиосигналом с пассивным отражателем. Рабочие частоты каналов соответствуют рабочим частотам радиометрических приёмников. Особенностью таких систем является использование одного СВЧ генератора, допускающий возможность частотной модуляции как в качестве передатчика передающей части системы, так и в качестве гетеродина приёмной части (супергетеродинного приёмника).

В качестве модулирующего сигнала СВЧ генератора использован сигнал, изменяющийся по закону прямоугольной пилы. Так как между сигналами, которые поступают на смеситель, образуется фазовая задержка, происходящая из-за задержки принятого сигнала относительно опорного (гетеродинного) на время, необходимое для прохождения зондирующим сигналом трассы в прямом (до отражателя) и в обратном (до приёмника) направлении, то на выходе смесителя формируется сигнал разностной частоты звукового диапазона. Последнее упрощает дальнейшую обработку информации.

Информация, которая содержится в принимаемом сигнале, зависит от интенсивности осадков. Таким образом система, включающая комплекс радиометрических приёмников и двухканальную аппаратуру контроля ослабления радиоволн в осадках, позволяет осуществлять измерение интенсивности осадков в реальном масштабе времени.

В докладе представлена структурная схема системы и результаты комплексного эксперимента. Подобные комплексы могут располагаться вдоль наиболее ответственных (аварийных) участков дорожных трасс, критических участков энергетических транспортных структур и систем связи, отдельных техногенных объектов.

Литература

1. Радиометеорологические исследования в Муромском институте: СВЧ- радиометрический комплекс / Г.Г. Щукин, В.В. Булкин, Е.В. Федосеева, И.Н. Ростокин // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2022, № 2(46). – С. 5-19. – DOI 10.24412/2221-2574-2022-2-5-19. – EDN AUFZWS.

Рубашов А.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
rubashov@list.ru*

Причины возникновения травматизма у военнослужащих по призыву в ВС РФ

Травматизм - это одна из важнейших проблем современного общества.

С начала 20-го века происходит психологическое изучение этого феномена. Сначала К. Марбе, У. Бингем, Е. Шмидт, Вудс и Гринвуд, Лаи и Корнгольд, Фамер и Дрейк, Г. Слокомб, Вернон и Гэшилл и другие - за рубежом, затем П. И. Синев, Ю. И. Шпигель, Ю. В. Котелова, Э. А. Рахмель и другие в России занимались психологическим изучением производственного травматизма.

В военной психологии военный травматизм еще не являлся предметом достаточно глубокого изучения. В то же время неоправданные потери личного состава, увечья и травмы снижают боеспособность воинских частей и подразделений, влекут за собой значительные финансовые затраты.

Изучение причин травматизма военнослужащих, выявление психологических условий возникновения и предупреждения травматизма военнослужащих является насущной необходимостью для Вооруженных Сил Российской Федерации.

Военный травматизм подразделяют на травматизм мирного времени и на травматизм боевой.

Боевой травматизм представляет собой совокупность травм, полученных военнослужащими в ходе боевых действий.

Военный травматизм мирного времени - это совокупность вновь возникших повреждений у военнослужащих определенной группы за ограниченный отрезок времени, обусловленных учебно-боевой деятельностью и бытом.

Травмы бытовые на службе представляют собой повреждения, возникающие у военнослужащих в служебное время на территории части, но не связанные с плановыми занятиями.

Бытовые травмы вне службы - повреждения, которые получены вне части и не связаны с исполнением служебных обязанностей.

Учитывая принятую в практике военно-лечебных учреждений классификацию, травмы военнослужащих по степени тяжести классифицируются на:

1. Микротравмы.
2. Травмы легкой степени.
3. Травмы средней степени.
4. Травмы тяжелой степени.
5. Травмы крайне тяжелой степени.
6. Смертельные травмы.

Особую озабоченность у руководства ВС РФ вызывают не только смертельные, но и травмы средней, тяжёлой и крайне тяжёлой степени.

Командиры полков, батальонов, рот отвечают за безопасность военной службы, они обязаны, руководствуясь положениями главы 7 устава внутренней службы «принимать все возможные меры по обеспечению защищённости военнослужащих от воздействия на них опасных факторов военной службы при исполнении ими своих обязанностей, предупреждению их гибели (смерти) и увечий (ранений, травм, контузий)».

Причины травматизма у военнослужащих по призыву можно выявить, осуществив анализ травматизма военнослужащих в части за определённый период.

Анализ несчастных случаев является одним из основных путей борьбы с травматизмом любого вида. Только после выявления истинных причин, породивших тот или иной несчастный случай, появляются условия для поиска путей исключения или снижения возможности его повторения.

Анализ травматизма у военнослужащих по призыву в исследуемых частях показывает, что военнослужащие получают травмы при выполнении боевых задач на военной технике, во время дорожно-транспортных происшествий, при несении боевого дежурства, в ходе опытно-испытательных работ, при несении караульной службы, в суточном наряде, при учебно-боевой подготовке, в быту (на службе и вне службы), при выполнении хозяйственных и строительных работ, в результате межличностных и межгрупповых конфликтов, суицидов и попыток к ним и т.д.

Причём если уровень травматизма у военнослужащих по призыву из-за причин, связанных с учебно-боевой деятельностью личного состава из года в год можно прогнозировать, так как он остаётся примерно на одном том же уровне и может изменяться только в зависимости от уровня интенсивности боевой подготовки, то «конфликтные» травмы и суициды предупредить сложно и их профилактика требует кропотливой психологической работы.

Если в воинской части наблюдается высокий уровень «конфликтных» травм, суицидов, то это говорит о слабой профилактике конфликтов и суицидального поведения со стороны заместителей командиров по военно-политической работе, психологов частей. Заместители командиров частей и подразделений по военно-политической работе отвечают за осуществление мероприятий по обеспечению безопасности военной службы, а психолог части обязан проводить мероприятия по профилактике суицидальных явлений, выявлению лиц, склонных к суицидальным поступкам; осуществлять обучение офицеров, прапорщиков, сержантов формам и методам психологической работы с подчинёнными.

Нередко львиная доля «конфликтных» травм возникает из-за неуставных взаимоотношений в воинских коллективах, когда старослужащие избивают молодых солдат. Если командиры не принимают жестких дисциплинарных мер воздействия по отношению к старослужащим, то последствия могут стать катастрофическими вплоть до уголовного наказания обидчиков и гибели молодых солдат.

Основными факторами возникновения военного травматизма являются социально-психологические и индивидуально-психологические факторы.

Социально-психологические факторы военного травматизма - это групповые и личностные социально-психологические феномены, способствующие травмированию военнослужащих: межличностные деструктивные конфликты между военнослужащими, внутриличностные конфликты, возникающие у военнослужащих в процессе воинской службы, суициды и попытки к ним.

Индивидуально-психологические факторы военного травматизма - индивидуально-психологические особенности военнослужащих по призыву, увеличивающие вероятность возникновения несчастных случаев. Причем в системе «человек-машина» и вне этой системы индивидуально-психологические особенности могут быть различными у одного и того же человека.

Система «человек-машина» - это профессиональная деятельность человека, в процессе которой он соприкасается с различными машинами и механизмами. Например, военный водитель управляет каким-либо автотранспортным средством, военный строитель - бетономешалкой или подъемным краном и т.д.

Вне системы «человек-машина» военнослужащий по призыву не соприкасается с какими-либо машинами и механизмами.

Таким образом, травматизм военнослужащих – это совокупность травм, полученных военнослужащими за определённый промежуток времени в процессе учебно-боевой деятельности вследствие воздействия на них определённых средовых, социально-психологических и индивидуально-психологических факторов, увеличивающих вероятность возникновения несчастных случаев в функциональной системе «человек-машина» и вне этой системы.

К психологическим условиям предупреждения конфликтов относятся: психологический анализ «конфликтного» травматизма, выявление при помощи тестов и социометрии конфликтных

военнослужащих и конфликтующих диад и микрогрупп; воспитание у военнослужащих бесконфликтного поведения и обучение воинов различным способам саморазрешения конфликтов, разрешение конфликтов военными психологами, заместителями командиров частей и подразделений по воспитательной работе, повышение психолого-педагогической компетентности военных руководителей, правильное и четкое планирование и организация повседневной жизни, учебы и службы военнослужащих по призыву, организация их быта и досуга; обеспечение социальной защищенности военнослужащих, соблюдение их прав; борьба с неуставными взаимоотношениями; проведение с воинами военными психологами психокоррекционных и психопрофилактических бесед; психотерапия.

К психологическим условиям предупреждения суицидов и попыток к ним относятся все мероприятия, относящиеся к предупреждению конфликтов между военнослужащими, а также мероприятия первичной, вторичной и третичной профилактики суицидов.

Чтобы выявить индивидуально-психологические особенности военнослужащего в системе “человек-машина”, которые способствуют повышению вероятности его травмирования в данной системе, необходимы следующие психологические условия предупреждения военного травматизма:

- профотбор;
- воспитание безопасного поведения;
- пропаганда безопасного труда;
- предупреждение об опасности;
- контроль за выполнением правил безопасности;
- стимуляция безопасной военной службы.

Создание в воинских частях и подразделениях таких психологических условий предупреждения травматизма военнослужащих позволит значительно уменьшить количество несчастных случаев.

Сердцев А.В.
ООО «Инжиниринговая фирма «ТОРЭКСТ»
192029 г. Санкт-Петербург, пр. Обуховской Обороны, д. 109, литера «Д»
serdcev.alexandr@gmail.com

Оценка остаточного ресурса безопасной эксплуатации резервуаров

Резервуары являются сооружениями, состоящими из не равно износостойких элементов, так как разные части (крыша, стенка, днище) изнашиваются и стареют по-разному. Критерии оценки допустимого состояния элементов резервуара выбираются исходя из их технического состояния. Очевидно, что для каждого элемента резервуара существует свое допустимое состояние и, следовательно, свой остаточный срок службы. Резервуар нельзя эксплуатировать, если хотя бы один элемент резервуара достиг своего критического состояния.

Наиболее часто встречающиеся дефекты можно разделить на две стадии:

- полученные в процессе изготовления элементов конструкций или при производстве монтажных и сварочных работ;
- появившиеся в процессе эксплуатации резервуара, такие, как: трещины всех видов и направлений, расслоение металла, коррозионный износ.

Усталостные трещины считаются самым опасным дефектом, в большинстве случаев они встречаются в вертикальных швах нижней части первого пояса, а также в местах пересечений вертикальных и горизонтальных швов первого и второго поясов.

Самые основные дефекты резервуара:

- трещины в окрайках днища по сварным соединениям;
- трещины в нижнем уторном соединении;
- трещины в сварных соединениях днища;
- хлопуны и вмятины днища резервуара;
- трещины в сварных соединениях нижних поясов;
- подрезы основного металла, непровары, шлаковые включения в сварных соединениях;
- отпотины в сварных соединениях;
- изменения геометрической формы резервуара;
- коррозионные повреждения элементов конструкций резервуара;
- деформация днища резервуара;
- неравномерные осадки основания;
- вмятины на поясах резервуара.

Критериями оценки критического состояния элементов резервуары принимают:

- для стенки и окрайков днища - критическую толщину металла или максимальные напряжения в металле, соответствующие этой толщине;
- для крыши и центральной части днища - максимально допустимую толщину металла и герметичность [1].

По результатам работ по определению возможности продления срока безопасной эксплуатации принимается одно из решений[2]:

- 1) продолжение эксплуатации на установленных паспортных параметрах;
- 2) продолжение эксплуатации с ограничением параметров (ограничение высоты налива хранимых нефтепродуктов, что определяется расчётом);
- 3) выведение из эксплуатации для проведения ремонтно-восстановительных работ;
- 4) вывод из эксплуатации, утилизация.

Оценка остаточного ресурса резервуара проводится по критерию коррозионного износа и выполняются следующие мероприятия:

- анализ технической и эксплуатационной документации;
- визуальный и измерительный контроль в т.ч. наружный и внутренний осмотр [3];
- ультразвуковая толщинометрия элементов резервуара [4];
- ультразвуковой контроль качества сварных швов [5];
- методы капиллярной дефектоскопии [6];
- проведение замера твердости металла элементов резервуара [7].

По результатам проведенного диагностирования технического состояния резервуара, в том числе с применением неразрушающих методов контроля, устанавливаются следующие параметры:

- марка стали из которой изготовлен резервуар;
- проектная и фактическая толщина элементов резервуара.

На основании полученных данных выполняется расчет остаточного ресурса резервуара и определяется скорость коррозии металлических конструкций [8].

Критерием предельного состояния для диагностируемого объекта является снижение несущей способности оболочки вследствие коррозионного износа.

Прогнозируя дальнейшее развитие коррозионного процесса, а также дефекты, выявленные в ходе проведенной работы, устанавливается возможность и срок безопасной эксплуатации объекта [3].

Литература

1 РД 153-112-017-97 «Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса вертикальных стальных резервуаров [Электронный ресурс] - URL: <http://gostrf.com/normadata/1/4293820/4293820461.pdf> (дата обращения: 12.01.2024).

2 РД 08-95-95 «Положение о системе технического диагностирования сварных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов» [Электронный ресурс] - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003534> (дата обращения: 12.01.2024).

3 СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю» [Электронный ресурс] – URL: https://svarikon.ru/wp-content/uploads/2021/03/STO_9701105632-003-2021.pdf/ (дата обращения: 12.01.2024).

4 ГОСТ 28702-90 «Контроль неразрушающий. Толщинометры ультразвуковые. Общие технические требования» [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023575/> (дата обращения: 12.01.2024).

5 СТО 00220256-005-2005 «Швы стыковых, угловых и тавровых сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Методика ультразвукового контроля» [Электронный ресурс] – URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293832/4293832932.htm> / (дата обращения: 12.01.2024).

6 ГОСТ 18442-80 «Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие технические требования» [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004648/> (дата обращения: 12.01.2024).

7 ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики» [Электронный ресурс] – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294847/4294847701.pdf/> (дата обращения: 12.01.2024).

8 Приказ от 20.10.2020 г. № 420 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» [Электронный ресурс] - URL: <https://docs.cntd.ru/document/573053315> (дата обращения: 12.01.2024).

Середа С.Н.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
sereda-2010@mail.ru*

Некоторые особенности формирования микроклимата вентилируемых помещений

Системы вентиляции и кондиционирования воздуха жилых помещений, равно как и производственных помещений, предназначены для формирования микроклимата с целью обеспечения безопасных и комфортных условий жизнедеятельности человека, которые должны соответствовать требованиям ГОСТ и санитарно-эпидемиологических норм [1, 2]. При проектировании систем внутреннего тепло- и холодоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха в общественных и жилых зданиях нужно соблюдать требования энергоэффективности, а также применять передовые технологий, в том числе интеллектуальные системы автоматического управления климатическими системами здания [3]. При расчете требуемого воздухообмена зданий учитываются конструктивные характеристики вентиляторов, воздуховодов, воздушных дефлекторов, задвижек и других элементов системы вентиляции [4]. Для эффективного управления режимом работы систем вентиляции в алгоритме блока автоматического регулирования необходимо обеспечить плавное изменение регулируемого параметра по заданному закону. В качестве регулируемого параметра может выступать угол раскрыва воздушной заслонки в системе вентиляции, который влияет на расход воздуха (кг/с), определяемый по формуле

$$G_B = F_B \cdot \omega \cdot \rho_B = F_B \cdot \sqrt{\frac{2\Delta p \cdot \rho_B}{\xi(\varphi)}}, \quad (1)$$

где F_B - площадь сечения воздуховода, м²; Δp – потери давления через воздушную заслонку, Па; ω – скорость движения воздуха, м/с; ρ_B – плотность воздуха, кг/м³; ξ – коэффициент местного сопротивления проёма, зависящий от угла раскрыва φ .

В докладе проводится анализ качества приближения и определение параметров различных функций аппроксимации табличных данных коэффициента местного сопротивления воздушной заслонки [4, с.133]. Достаточно хорошее приближение по критерию минимума среднеквадратического отклонения (СКО) дает функция регрессии второго порядка (рис.1, а)

$$y_2(\varphi) = 1/\sqrt{-5,189 \cdot 10^{-5} \cdot \varphi^2 + 0,01133 \cdot \varphi + 0,023503}. \quad (2)$$

Температуру воздуха в помещении $T_{вн}$ с учетом поступлений теплоты от источников тепловыделений и воздухообмена посредством аэрации можно определить по формуле

$$T_{вн}(t) = T_0 + \frac{Q_{ТВ}(t)}{V \cdot \rho_B \cdot c_B} - \frac{Q_{ТП}(t)}{F_0 \cdot K_0} \pm \frac{3,6 \cdot Q_a(t)}{G_B(t) \cdot c_B}, \quad (3)$$

где t – время, с; T_0 – температура воздуха в помещении при отсутствии тепловыделений и вентиляции, °С; $Q_{ТВ}$ – суммарный тепловой поток от источников тепловыделений, Вт; V – объём воздуха, м³; c_B – удельная теплоемкость воздуха, Дж/°С·кг; $Q_{ТП}$ – теплопотери через наружные ограждения, Вт; K_0 – коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/м²·°С; F_0 – площадь ограждения, м²; Q_a – потери тепла на нагрев поступающего наружного воздуха при аэрации, Вт.

Для оценки изменения микроклимата помещения нужно решить систему дифференциальных уравнений, определяющих скорости изменения параметров во времени с учётом регулирования воздухообмена $\frac{dT_{вн}}{dt}$, $\frac{d\varphi}{dt}$, $\frac{d\varepsilon}{d\varphi}$, $\frac{d\rho_B}{dT}$, $\frac{dG_B}{dt}$, $\frac{dQ_a}{dt}$ и др.

Решение системы диф. уравнений возможно численным методом Рунге-Кутты в программе MathCAD. Результаты моделирования приведены на рисунке 1 при линейном изменении угла раскрыва воздушной заслонки φ от 0 до 90° за время $t=10$ мин, начальной температуре воздуха в

помещении 25°C, температуре приточного воздуха в системе вентиляции 10°C, без учета тепловыделений и теплопотерь. Охлаждение внутреннего воздуха в помещении происходит за счет его замещения приточным холодным воздухом.

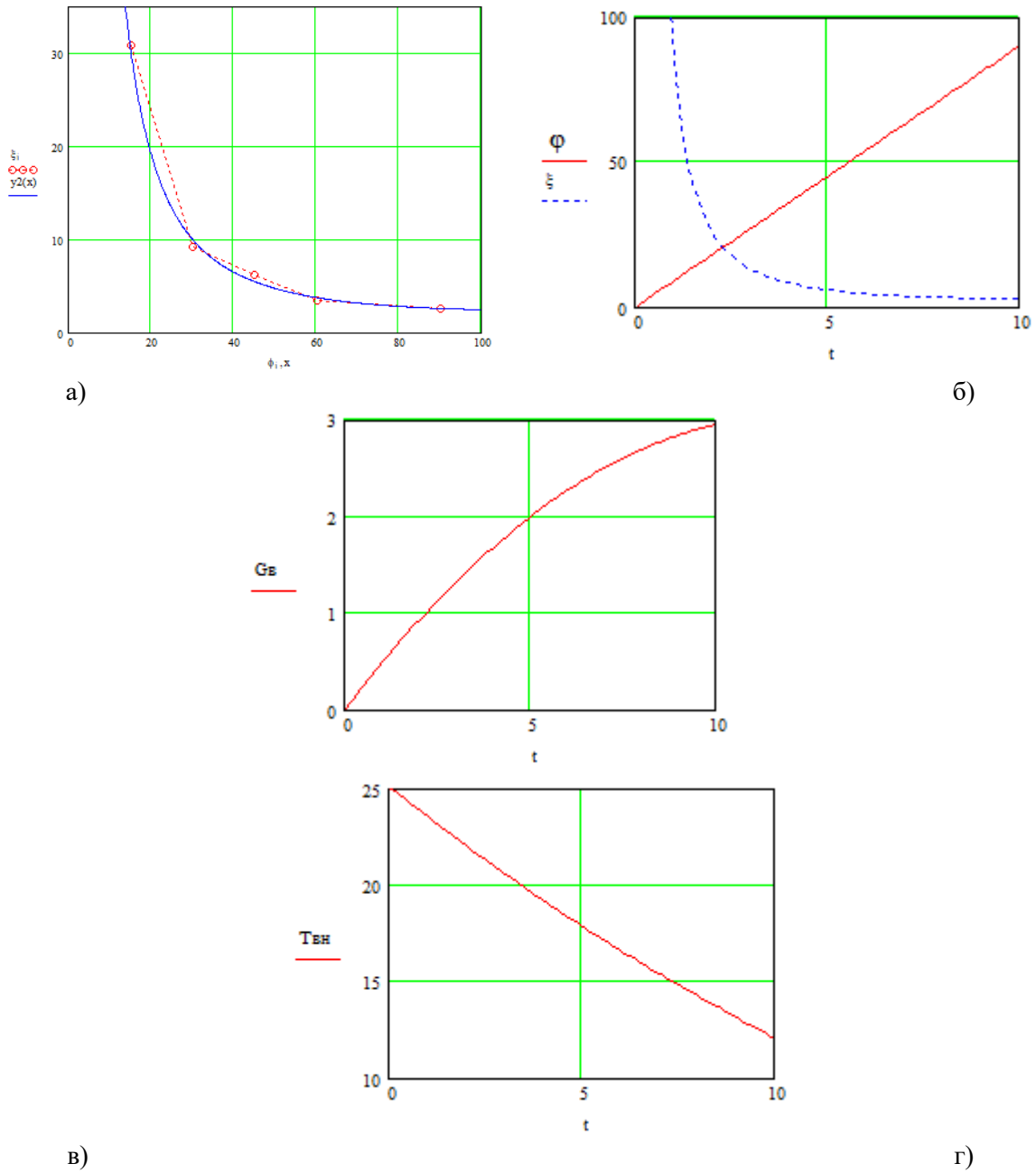


Рис.1. Результаты моделирования микроклимата при воздухообмене
 а) график функции аппроксимации местного сопротивления, СКО=0,245;
 б) коэффициент местного сопротивления ξ при изменении угла раскрыва ϕ ;
 в) расход воздуха, кг/с; г) изменение температуры воздуха в помещении, °C

Результаты моделирования могут быть использованы при проектировании и настройке параметров систем вентиляции с автоматическим управлением.

Литература

1. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. Дата введения 2013-11-01. – М.: Стандартиформ, 2013. – 12 с.
2. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека фактов среды обитания. Дата введения 2021-03-01, 2021. – 469 с.
3. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Дата введения 2021-07-01. – М.: Стандартиформ, 2021. – 149 с.
4. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха / В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – М.: Стройиздат, 1992. – 319 с.

Сидорова А.А., Лукиенко Л.В.
ФГБОУ ВО Тульский государственный педагогический
университет им. Л.Н. Толстого,
300026, Тульская область, г. Тула, проспект Ленина, 125,
lukienko_lv@mail.ru

Предложения по совершенствованию системы пожаротушения на производствах систем личной гигиены на бумажной основе

На сегодняшний день проблема возникновения и тушения пожаров на промышленных объектах остается нерешенной, несмотря на большое количество разработок в области систем пожаротушения. Поэтому защита от пожаров является важнейшей обязанностью каждого члена общества проводится в общегосударственном масштабе. Особое внимание при этом уделяется системе охранно-пожарной сигнализации, имеющей целый комплекс технических устройств, которые способствует своевременному обнаружению, обработке и передаче поступившего сигнала о начале возгорания, нарушении доступа в помещение, подаче определенных команд на включение оповещения людей о пожаре, вызов охраны на место взлома, а также обеспечения срабатывания противодымной защиты, противопожарных клапанов и других устройств, необходимых для комплексного обеспечения безопасности на объекте.

Цель работы заключается в разработке предложений по совершенствованию системы пожаротушения на производствах систем личной гигиены на бумажной основе.

Для достижения поставленной цели необходимо решить задачи: произвести анализ производственного процесса производства товаров личной гигиены на бумажной основе; проанализировать существующие средства предупреждения возгорания на данных предприятиях; обосновать комплекс мероприятий по обеспечению пожаротушения производителей товаров личной гигиены на бумажной основе, в соответствии с современными требованиями.

Процесс производства туалетной бумаги включает следующие основные технологические операции: роспуск макулатуры в гидроразбивателе; аккумулярование макулатурной массы после роспуска в гидроразбивателе; грубая очистка массы на вихревом коническом очистителе при высокой концентрации; грубое двухступенчатое сортирование на напорных щелевых сортировках; тонкая очистка массы на двухступенчатой установке вихревых конических очистителей; промывка макулатурной массы; термодиспергирование, включая сгущение массы до концентрации 30% обработку при температуре 90% и размол; аккумулярование готовой макулатурной массы про концентрации 10%; отвод ,обезвоживание и сбор отходов для вывода из технологии; очистка избыточной обработанной воды с последующим использованием осветленной воды в технологическом потоке; приготовление химикатов и подача их в производство.

Производство бумаги-основы на бумагоделательной машине состоит из следующих стадий: подача оборотного брака и дозирование его в композицию бумаги; приготовление степени помола готовой массы; сортирование массы на машинной сортировке пред подачей на отлив на буммашине; составление композиции бумажной массы; подмол массы на дисковой мельнице для выравнивания; отлив, прессование и сушка на Янки-цилиндре; сбор и очистка избыточной оборотной воды с последующим использованием осветленной воды в технологическом потоке; аккумулярование оборотного брака, обработка оборотного химикатов и подача их в производство.

На предприятиях по производству товаров личной гигиены на бумажной основе применяют системы предупреждения возгорания:

1. Автоматическая пожарная сигнализация:

В соответствии с требованиями производственные здания оборудованы системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Оповещение осуществляется: подачей звуковых сигналов в оповещения здания; размещением эвакуационных знаков безопасности на путях эвакуации; включением эвакуационного освещения и световых указателей «Выход».

2. Наружное противопожарное водоснабжение обеспечивается от пожарных гидрантов диаметром 150 мм.

Подземные гидранты устанавливаются в колодце и закрываются крышкой. Надземные присыпаются грунтом, а открытая верхняя часть с резьбой для подсоединения колонки прячется под специальным ковром с лючком. Первые используются исключительно для нужд пожаротушения, вторые могут быть установлены как на улице, так и внутри зданий и применяться для иных хозяйственных целей.

Задачей системы является защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и ограничение его последствий. Это обеспечивается снижением динамики нарастания опасных факторов пожара, эвакуацией людей и имущества в безопасную зону. Системы противопожарной защиты должны обладать надежностью и устойчивостью к воздействию опасных факторов пожаров в течение времени обеспечения пожарной безопасности.

Комплекс мероприятий по совершенствованию систем пожаротушения для производителей товаров личной гигиены на бумажной основе:

1. Для совершенствования системы противопожарного водоснабжения необходимо разработать предложения по тушению возможных пожаров в цехах с прокладкой дополнительного водопровода и установкой двух пожарных гидрантов Дорошевского. Это сократит время развертывания сил и средств для подачи первых стволов на тушение возможного пожара и минимизирует ущерб от быстрого распространения пламени. Так же для более рациональных действий сотрудников противопожарной службы необходимо приобрести лафетные стволы ЛС 20П с расходом воды 20 л/с для повышения уровня противопожарной защиты.

2. Усовершенствованная автоматическая установка пожарной сигнализации предназначена для обнаружения пожара и извещения о пожаре дежурного персонала, включения системы оповещения о пожаре, спроектирована на основе оборудования ГК «ЭРВИСТ». Для ручного запуска пожарной сигнализации предусмотрена установка на путях эвакуации ручных пожарных извещателей ИПР-Ех с целью обнаружения возгораний, сопровождающихся дымом или повышением температуры окружающей среды, с последующей выдачей сообщения о тревоге. Извещатель относится к искробезопасному электрооборудованию с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь уровня «ia» по ТР ТС 012/2011 и предназначен для ручного включения сигнала пожарной тревоги, с последующей выдачей извещения о тревоге на блок расширения шлейфов сигнализации «Ладога БРСШ-Ех».

Разработанные рекомендации по обоснованию параметров противопожарной защиты для производителей товаров личной гигиены на бумажной основе позволят повысить эффективность системы пожаротушения для защиты здоровья персонала и сохранения бизнеса.

Литература

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 года №69-ФЗ «О пожарной безопасности» с различными изменениями и дополнениями;
2. Федеральный закон от 22 июля 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 года №390 «О противопожарном режиме»;
4. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М., Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. В 3-х т. - М.: изд. АСВ, 2004. - 496 с;
5. СП 10.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод.
6. Машины для производства бумаги и картона / под ред. В.С. Курова, Н.Н. Кокушина. – СПб.: СПбПУ Петра Великого, 2017. - 646 с.
7. "Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ" (Зарегистрировано в 20.02.2018 N 50100) Приказ МЧС России от 16 октября Минюст России 2017 № 444;
8. СП 8.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение.

Шарапов Р.В.

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
sharapov76@gmail.com

Учет газопоступлений при проектировании систем вентиляции

Одной из важных задач при эксплуатации производственных, административно-общественных и жилых зданий является обеспечение нормативных значений параметров микроклимата – температуры воздуха, относительной влажности, состава и скорости движения воздуха [1]. Одним из средств достижения нормативных параметров является нормализация воздухообмена путем организация системы вентиляции в этих помещениях [2].

При проектировании систем вытяжной вентиляции проводится оценка вредностей, выделяющихся в помещение. Такими вредностями являются тепловыделения, влаговыведения, пыль и газы [3]. Зная выделяющиеся вредности и величины их предельно допустимой концентрации, а также теплоизбытки, появляется возможность определения необходимого расхода воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$).

Газы могут выделяться при дыхании людей (углекислый газ), сгорании топлива, выполнении различных технологических процессов, испаряться с открытых поверхностей жидкостей и т.д.

Вредные пары и газы поступают в помещение при протекании химических реакций, испарении с поверхностей ванн и резервуаров с щелочами, растворам различного вида, через загрузочные и смотровые щели и окна, неплотности укрытий над оборудованием, размещаемых в местах образования различных вредностей, через неплотности в кладке печей и т.д. [4]

Углекислый газ, CO_2 , выделяемый людьми при выполнении работ различной тяжести, г/ч, определяется по формуле [5]:

$$G_{\text{л}} = q_{\text{CO}_2} \cdot n,$$

где q_{CO_2} – количество углекислого газа, выделяемое человеком, в зависимости от характера выполняемых работ, г/ч.

n – количество работников, человек.

Газы, попадающие в помещение через открытые отверстия и неплотности печей. При работе печей на газовом топливе в помещение поступает окись углерода CO , при работе на жидком и твердом топливе – окись углерода CO и сернистый газ SO_2 . Количество газов принимается в соответствии с выражением:

$$G_{\text{печ}} = G_{\text{г}}$$

где $G_{\text{г}}$ – количество газов, выбивающихся из печи.

Газы, попадающие в помещение из-под зонтов над горнами, при сжигании топлива (около 5% от газов, образующихся при сжигании топлива):

а) при твердом и жидком топливе, г/ч:

$$G_{\text{горн}}^{\text{CO}} = 0,05 \cdot 0,233 \cdot q_{\text{х.н}} \cdot C^P \cdot B,$$

$$G_{\text{горн}}^{\text{SO}_2} = 0,05 \cdot 20 \cdot S^P \cdot B,$$

б) при газовом топливе, г/ч:

$$G_{\text{горн}}^{\text{CO}} = 0,05 \cdot 0,125 \cdot q_{\text{х.н}} \cdot (\text{CH}_4 + 2\text{C}_2\text{H}_6 + 3\text{C}_3\text{H}_8 + 4\text{C}_4\text{H}_{10} + 5\text{C}_5\text{H}_{12}) \cdot B,$$

где C^P – весовое содержание в топливе углерода, %, для угля $C^P=72,5$ %, для мазута $C^P=85\%$;

S^P – весовое содержание в топливе серы, %, для угля $S^P=0,6$ %, для мазута $S^P=0,7\%$;

$q_{\text{х.н}}$ – химическая неполнота сгорания топлива, %, для угля $q_{\text{х.н}}=4\%$, для газа и мазута $q_{\text{х.н}}=2\%$.

B – количество сжигаемого в час топлива, кг/ч;

$\text{CH}_4, \text{C}_2\text{H}_6, \text{C}_3\text{H}_8, \text{C}_4\text{H}_{10}, \text{C}_5\text{H}_{12}$ – химический состав газообразного топлива, %.

Газы, попадающие в помещение с продуктами сгорания от печей без дымоотводящих труб.

а) при твердом и жидком топливе, г/ч:

$$G_{\text{пр.сг.}} = 0,233 \cdot q_{\text{х.н.}} \cdot C^p \cdot B,$$

$$G_{\text{пр.сг.}} = 20 \cdot S^p \cdot B,$$

б) при газовом топливе, г/ч:

$$G_{\text{пр.}} = 0,125 \cdot q_{\text{х.н.}} \cdot (C_{H_4} + 2C_{H_6} + 3C_{H_8} + 4C_{H_{10}} + 5C_{H_{12}}) \cdot B,$$

Газы, поступающие в помещение при сварке, определяются по формуле:

$$G_{\text{св}} = n \cdot G_1 \cdot m_c \cdot (1 - \eta_0), \text{ г/ч}$$

где n – число рабочих мест, на которых выполняются сварные работы;

G_1 – расход сварочных материалов на одном рабочем месте, кг/ч;

m_c – удельные выделения вредных веществ при сжигании 1 кг сварочных материалов, г/кг, определяемые по ГОСТ Р 56164-2014 [6];

η_0 – эффективность работы местных отсосов при улавливании вредных выделений (принимается $\eta_0=0,75$).

Газы, образующиеся при испарении вредных веществ с открытой поверхности жид-кости, получаются из расчета выделения $G'_{\text{ж}}=7,14$ г/ч на 1 м² площади поверхности и эффективности улавливания местными отсосами вредных выделений в 70%:

$$G_{\text{ж}} = 0,3 \cdot G'_{\text{ж}}, \quad \text{г/ч.}$$

Приведенные выше методики дают возможность рассчитать поступления углекислого газа от людей, газопоступления от сгорания топлива и испарения вредных веществ с открытой поверхности жидкости. Расчеты могут использоваться при проектировании систем вытяжной вентиляции.

Литература

1. Дорошенко Ю.Н., Рекунов В.С. Проектирование вентиляции промышленного здания: учебное пособие. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2015. – 128 с.
2. СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
3. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
4. Краснов Ю.С. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию для производственных и общественных зданий. – М.: Техносфера; Термокул, 2006. – 288 с.
5. Вентиляция: Практикум для студентов образовательной программы 08.03.01 Строительство / сост. Шарапов Р.В. [Электронный ресурс]. – Муром: МИ ВлГУ, 2021.
6. ГОСТ Р 56164-2014. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов при сварочных работах на основе удельных показателей.

Шарапов Р.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
sharapov76@gmail.com*

Использование датчиков носимых устройств в персонализированной медицине

Персонализированная медицина на базе носимых устройств последнее десятилетие переживает бурное развитие. Внедрение новых технологий, миниатюризация, колоссальный спрос на носимые устройства приводит к все большему их применению среди пользователей. Носимые устройства становятся меньше, точнее, постоянно пополняются новым функционалом. Массовое внедрение искусственного интеллекта и больших данных позволяет повышать точность измерений, находить новые зависимости снимаемых с носимых устройств параметров с самочувствием человека.

Современные мобильные устройства (сотовые телефоны, носимые и умные устройства) имеют в своем составе различные датчики (сенсоры), позволяющие эффективно взаимодействовать с пользователем и окружающей средой. Рассмотрим датчики, с которыми может взаимодействовать операционная система Android (см. таблица 1).

Условно, все датчики, поддерживаемые Android, можно разделить на три группы:

- Датчики движения, позволяющие измерять ускорение и вращение в трех плоскостях (акселерометр, гироскоп, датчики силы тяжести и вектора вращения),
- Датчики окружающей среды, позволяющие измерять параметры окружающей среды (датчики температуры, давления, освещенности, влажности),
- Датчики положения, позволяющие измерять физическое положение устройства (датчики ориентации и магнитного поля).

Ряд датчиков реализован в устройствах физически (аппаратно), другие могут быть реализованы программно на основе показаний других датчиков.

Изначально датчики создавались для выполнения сервисных функций. Например, датчик освещенности – для обеспечения возможности автоматической регулировки яркости экрана в зависимости от уровня освещения; акселерометр – для обнаружения движения/перемещения устройства (или пользователя, держащего это устройство).

Тем не менее, развитие мобильных устройств стало открывать новые возможности их применения. Множество приложений стали использовать доступные на устройствах датчики для своей работы. Активно датчики используются в играх, при измерении параметров среды (например, мобильные люксметры), различных измерений и т.д.

Одним из таких направлений, динамично развивающимся в настоящее время, является персонализированная медицина. Датчики носимых устройств позволяют считывать данные о самочувствии человека. Например, такие носимые устройства, как фитнес-браслеты и умные часы, позволяют считывать данные о биении сердца и числе ударов в минуту, измерять уровень кислорода в крови.

Начинают появляться устройства, позволяющие измерять артериальное давление. Это можно сделать, например, программно путем обработки данных с датчика пульса и дальнейшего расчета величины артериального давления. При этом, для получения близкого к реальному результату, необходимо выполнить калибровку под конкретного пользователя.

Обработка данных, получаемых с датчиков носимых устройств, может давать информацию о утомляемости человека во время движения пешком или занятии спортом, заболеваниях опорно-двигательной системы и т.д.

Датчики платформы Android

Датчик	Обозначение	Описание	Назначение
Акселерометр	TYPE_ACCELEROMETER	Измеряет силу ускорения в м/с^2 , приложенную к устройству по всем трем физическим осям (x, y и z), включая силу гравитации.	Обнаружение движения (тряска, наклон и т. д.).
Линейный акселерометр	TYPE_LINEAR_ACCELERATION	Измеряет силу ускорения в м/с^2 , приложенную к устройству по всем трем физическим осям (x, y и z), исключая силу гравитации.	Мониторинг ускорения по одной оси.
Датчик температуры	TYPE_AMBIENT_TEMPERATURE	Измеряет температуру окружающей среды в помещении ($^{\circ}\text{C}$)	Мониторинг температуры воздуха.
Датчик силы тяжести	TYPE_GRAVITY	Измеряет силу тяжести в м/с^2 , приложенную к устройству по всем трем физическим осям (x, y, z).	Обнаружение движения (тряска, наклон и т. д.).
Гироскоп	TYPE_GYROSCOPE	Измеряет скорость вращения устройства в рад/с вокруг каждой из трех физических осей (x, y и z)	Обнаружение вращения (вращение, поворот и т. д.).
Датчик освещенности	TYPE_LIGHT	Измеряет уровень окружающего освещения (освещенности) в люксах.	Управление яркостью экрана.
Датчик магнитного поля	TYPE_MAGNETIC_FIELD	Измеряет окружающее геомагнитное поле для всех трех физических	Создание компаса.

		осей (x, y, z) в мкТл.	
Датчик ориентации	TYPE_ORIENTATION	Измеряет степень вращения устройства вокруг всех трех физических осей (x, y, z).	Определение положения устройства.
Датчик давления	TYPE_PRESSURE	Измеряет давление окружающего воздуха в гПа или мбар.	Мониторинг изменений давления воздуха.
Датчик приближения	TYPE_PROXIMITY	Измеряет расстояние объекта в см относительно экрана просмотра устройства.	Положение телефона во время разговора.
Датчик влажности	TYPE_RELATIVE_HUMIDITY	Измеряет относительную влажность окружающей среды (%).	Мониторинг точки росы, абсолютной и относительной влажности.
Датчик вектора вращения	TYPE_ROTATION_VECTOR	Измеряет ориентацию устройства, предоставляя три элемента вектора вращения устройства.	Обнаружение движения и обнаружение вращения.

Шарапова Е.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
sharapovamivlgu@gmail.com*

Координация и мониторинг BIM-проектов

В этой работе описывается начало проектирования в инженерном BIM-проекте здания, созданном в программе Revit, который связывается с архитектурным BIM-проектом. Архитектурный BIM-проект создается заранее и является в данном случае основой для моделирования инженерных систем здания: систем отопления, канализации, водоснабжения и других систем здания. Рассматриваются шаги по осуществлению взаимной связи проектов, которая начинается с копирования некоторых объектов из архитектурного в инженерный проект для осуществления координации и мониторинга проектов.

Работа над любым строительным проектом начинается с создания сетки координационных осей для него. Так как сетка осей уже ранее создана в архитектурном проекте здания, необходимо скопировать ее из архитектурного в создаваемый инженерный BIM-проект. Для такого копирования необходимо использовать соответствующий функционал программы Revit, находящийся на Ленте команд, в модуле «Совместная работа». В этом модуле собраны функции для синхронизации проектов.

Функционал группы «Координация» позволяет синхронизировать элементы связанных проектов: объекты одного проекта, связанные с объектами другого проекта при помощи группы «Координация», будут синхронно друг с другом изменяться в случаях каких-либо модификаций проектов с чьей-либо стороны – со стороны архитектора или со стороны инженера-проектировщика инженерных систем. При этом разработчики связанных проектов будут получать уведомления от программы Revit о подобных изменениях синхронизированных элементов (см. рис. 1):

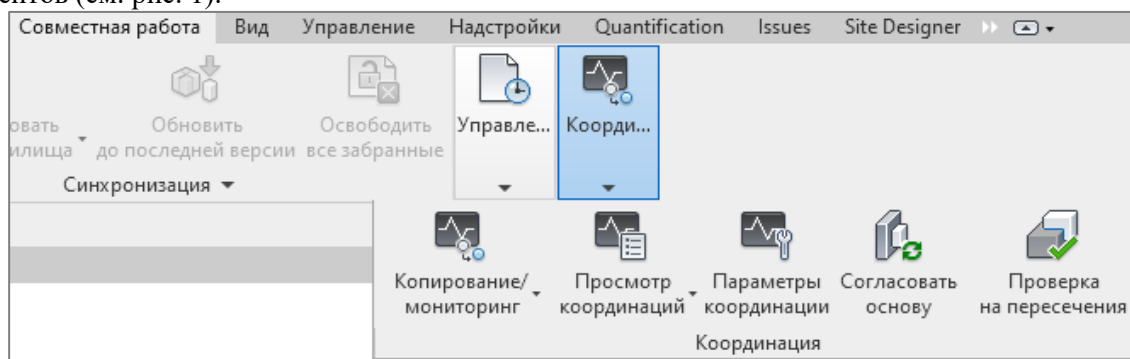


Рис. 1. Группа «Координация» вкладки «Совместная работа»

Для копирования необходимо использовать функцию программы Revit «Копирование/мониторинг».

После копирования сетки координационных осей в проект нужно таким же образом связать этажи архитектурного проекта здания с соответствующими уровнями инженерного проекта.

Уровни могут быть сопоставлены с этажами, то есть совпадать с отметкой пола на этаже. Но могут быть и вспомогательные уровни для размещения каких-либо объектов в модели.

Чтобы увидеть уведомления программы Revit по поводу внесенных в связанные проекты изменений, нужно сохранить архитектурный проект, выйти из него, а затем открыть инженерный связанный проект. Так как архитектура изменилась, то программа Revit при открытии инженерного связанного файла сделает уведомление разработчику о внесенных изменениях: «Для экземпляра связи требуется просмотр координаций». Если развернуть уведомление, то можно увидеть, какой файл был изменен.

В окне «Просмотр координаций» отображаются все внесенные разработчиком изменения (см. рис. 2):

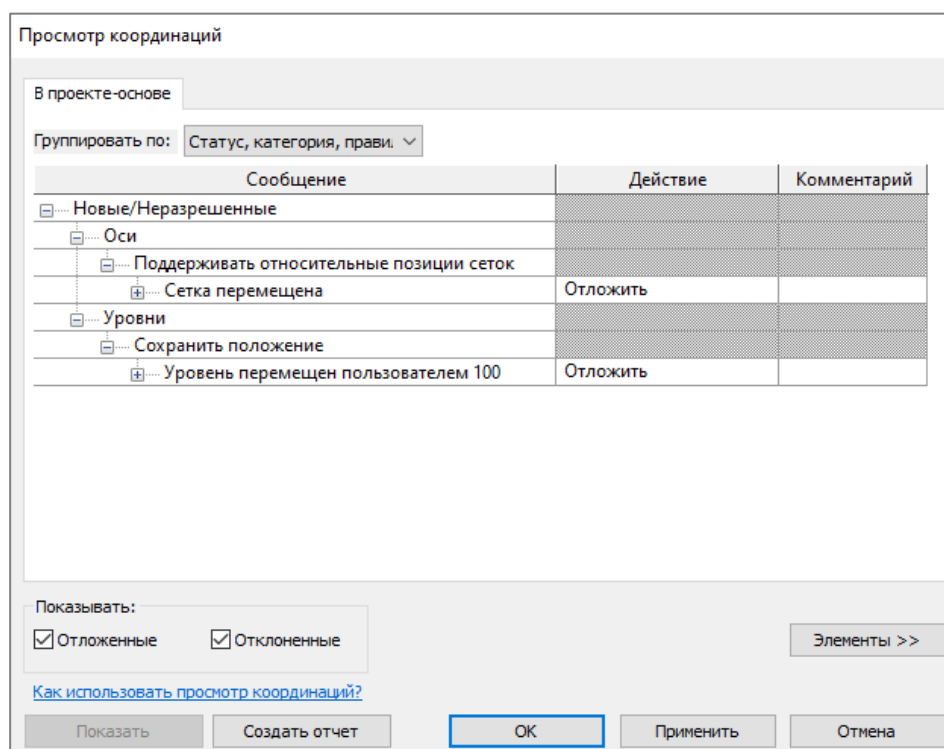


Рис. 2. Окно «Просмотр координаций»

Как видно из рисунка 2, в этом окне есть столбец «Действия» в таблице изменений. По каждому событию, то есть изменению в проекте, можно совершить или не совершить определенные действия, таким образом отреагировать на внесенные в связанный проект изменения.

Таким образом, в работе было рассмотрено понятие координации BIM-проектов здания. Был разобран принцип осуществления программой Revit мониторинга изменений связанных проектов.

Литература

1. Официальный сайт компании Autodesk <https://www.autodesk.ru/>
2. Руководство по информационному моделированию (BIM) для заказчиков на примере промышленных объектов. Autodesk, Inc. 2019.
3. Шарапова Е.В. Связь архитектурного и инженерного BIM-проектов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2023, № 1. С.72-77.

Шарапова Е.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
sharapovamivlgu@gmail.com*

Связь архитектурных и инженерных проектов в Revit

Создание архитектурного проекта здания или сооружения – это первый этап в создании BIM-проекта строительства. Разработка архитектурного проекта включает в себя проектирование модели помещения с подготовкой пакета строительной документации, поясняющей размеры, некоторые параметры и общий вид проектируемого здания. Состав архитектурного проекта приводится в Государственных строительных стандартах.

Одна из программ, позволяющих создавать архитектурные проекты зданий – программа Revit фирмы Autodesk [1]. Архитектурный проект, выполненный в программе Revit, включает в себя 3D-модель здания, а также документацию по нему: главные планы, разрезы здания, ведомости проекта [2].

Программа Revit позволяет моделировать системы отопления и вентиляции на основе ранее созданной 3D-модели здания. Системы отопления и вентиляции – это частный случай инженерных систем здания. Инженерные системы сооружений многочисленны и разнообразны, и для моделирования каждой из них требуется особый подход и функционал при создании BIM-проекта сооружения [3].

Создание инженерного проекта (проекта инженерных систем здания) основывается на использовании заранее созданного архитектурного или конструкторского проекта здания.

Для создания инженерных проектов в программе Revit можно использовать шаблоны. Шаблоны программы Autodesk Revit предназначены для разработки BIM модели сооружения и выпуска документации для следующих разделов строительного проекта (на стадиях создания проектной (П) и рабочей документации (РД)):

- АР. Для разработки этого раздела строительного проекта используется Архитектурный шаблон программы Revit. Его настройки помогают создать архитектурный проект сооружения (планы помещений, крыши, ведомости помещений и т.д.),
- КЖ. Для разработки этого раздела строительного проекта используется шаблон «Конструкции железобетонные» программы Revit. Его настройки помогают создать проект несущих конструкций сооружения (фундамент, несущие колонны, перекрытия и т.д.),
- КМ. Для разработки этого раздела строительного проекта используется шаблон «Конструкции металлопроката» программы Revit. Его настройки помогают создать схемы расположения металлоконструкций сооружения, разрезы и узлы конструкций металлопроката, спецификации металлопроката и т.д.),
- ОВиК. Для разработки этого раздела строительного проекта используются шаблоны группы «Отопление, вентиляция и кондиционирование» программы Revit (шаблон ОВ и шаблон ВК). Их настройки помогают создать проект трубопроводных систем здания (системы отопления, вентиляции, кондиционирования и т.д.),
- ЭОМ. Для разработки этого раздела строительного проекта используется шаблон «Системы внутреннего электроосвещения и силового оборудования» программы Revit. Его настройки помогают создать проект электрических систем здания (системы освещения, вызова, оповещения и т.д.).

Шаблоны содержат настройки программы, необходимые для быстрого начала работы, и ориентированы на проектировщиков с начальным уровнем владения программой Revit [1].

Для проектирования в программе систем отопления и водоснабжения необходимо использовать шаблон ОВиК, который предназначен для выполнения документации в стадии создания проектной (П) и рабочей документации (РД) в среде Autodesk Revit (см. рис. 4).

С помощью шаблона ОВиК проектировщик сможет эффективно создать BIM модель здания и на её основе разработать необходимые виды и листы документации:

- поэтажные планы систем отопления, водоснабжения и теплоснабжения,
- схемы инженерных систем (с возможностью автоматической генерации видов по системам),
- спецификации материалов и оборудования, использованного в проекте.

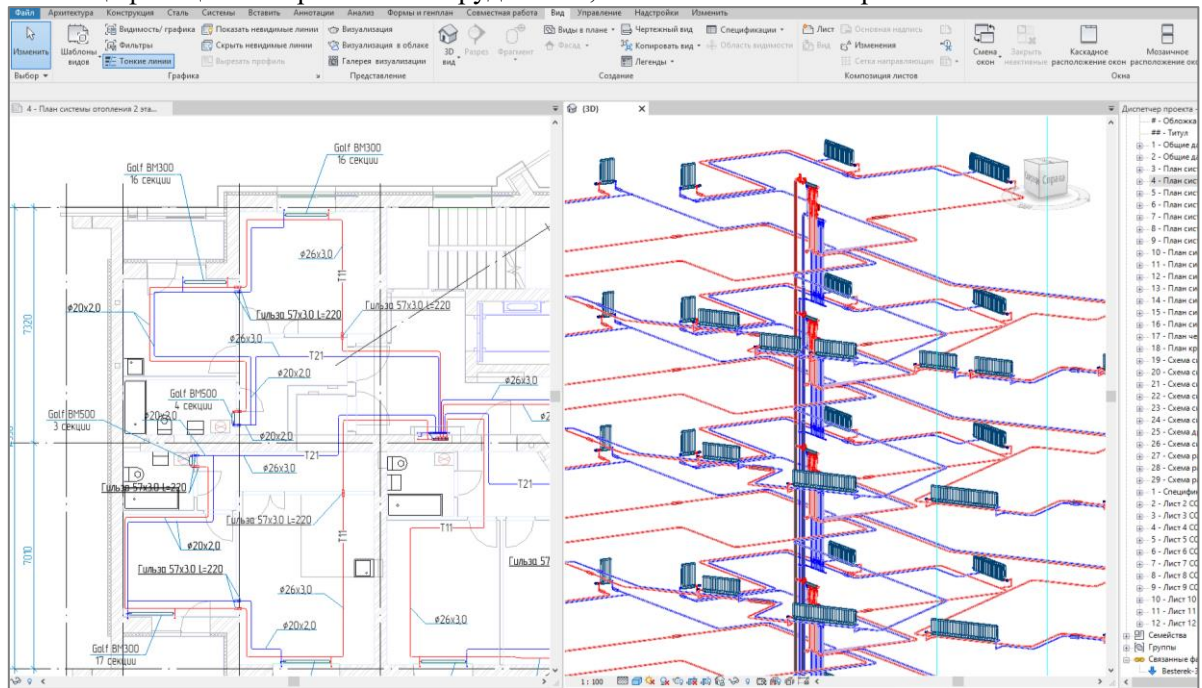


Рис. 1. Система отопления, спроектированная в программе Revit

Литература

4. Официальный сайт компании Autodesk <https://www.autodesk.ru/>
5. Руководство по информационному моделированию (BIM) для заказчиков на примере промышленных объектов. Autodesk, Inc. 2019.
6. Шарапова Е.В. BIM-моделирование в архитектурном проектировании // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2022. № 2. С. 72-77.