

УДК 661.642

Т.В. БОГОМОЛЕЦЬ (Інститут загальної енергетики НАН України, Київ)

ТЕНДЕНЦІЇ ДИНАМІКИ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ВИРОБНИЦТВА АМІАКУ В УКРАЇНІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ЗНИЖЕННЯ

Наведено розрахунки енергоємності та повної енергоємності виробництва аміаку в 1995-2000 рр., а також на період до 2015 року.

Однією з найважливіших і великотоннажних підгалузей хімічної промисловості є азотна, головне завдання якої полягає у виробництві азотних добрив. Базовим продуктом цієї галузі є аміак. Україна має значні потужності з його виробництва. За повної завантаженості відповідних підприємств середньорічне виробництво аміаку становить 6,1 млн т. В Україні виробництво аміаку зосереджено на шести підприємствах. Це ВАТ «Азот» (Черкаси), ВАТ «Дніпроазот» (Дніпродзержинськ), ВАТ «Стирол» (Горлівка), ВАТ «Азот» (Рівне), Сіверськодонецьке державне виробниче об'єднання «Азот» і Одеський припортовий завод. Проектні показники підприємств наведено в табл. 1 [1].

Загальна проектна потужність виробництва аміаку в Україні становить 6240 тис.т/рік. Але останнім часом виробничі потужності не було завантажено повністю. Так, агрегат 1-Б Сіверськодонецького «Азоту» не працював понад півтора року через відсутність ринку збуту. Законсервовано цех №4 черкаського «Азоту», агрегат №1 «Дніпроазоту» і агрегат ВАТ «Азот» у м. Рівне. Обсяги випуску аміаку становлять 80-90% обсягів 1990 року. Близько половини всього аміаку виробляється Одеським припортовим заводом і концерном «Стирол». Виробничі потужності Одеського припортового заводу задіяно більше ніж на 100%, концерну «Стирол» – в середньому на 90%. На інших підприємствах цей показник становить 33-73%, що пояснюється простоями через капремонт.

У виробництві аміаку майже 70% собівартості сягають витрати на сировину – природний газ. Витратний коефіцієнт по природному газу значною мірою залежить від завантаження агрегату. Залежно від витрат природного газу змінюються питомі витрати енергоресурсів.

В Україні аміак виробляється здебільшого на відносно нестарих агрегатах, хоча за останні 15 років нових потужностей в експлуатацію не введено. Їх фактичне енергоспоживання відрізняється від сучасних закордонних установок з енерговитратами на рівні 1200 кг у.п./т. Через 5-7 ро-

ків ще нагальнішим стане питання зниження енергоємності виробництва аміаку. Можливі два шляхи розв'язання означеної проблеми. Перший – це придбання нових агрегатів вартістю 150-200 млн доларів кожний. Проте з огляду на економічне становище України, навряд чи можна сподіватися на вільні фінанси для таких придбань. Другий шлях передбачає модернізацію діючих підприємств. Світовий досвід модернізації діючих виробництв аміаку налічує понад десять заходів (підігрів повітря, глибока утилізація тепла після трубчатої печі, зниження відношення пара:газ при вході в трубчаті піч первинного реформінгу газу тощо). Деякі з цих заходів було реалізовано, зокрема, на Одеському припортовому заводі та в Горлівському ВАТ «Стирол», де реконструкція дозволила знизити витрати природного газу на виробництво тонни аміаку на 37 і 35 м³ відповідно. В Черкаському ВАТ «Азот» реконструкція насадок колон синтезу аміаку зменшила енерговитрати на 10%.

Таблиця 1. Проектні показники підприємств з виробництва аміаку

Підприємство	Агрегат	Проектна потужність, т/добу	Проектні затрати, Гкал./т	Дата вводу
ВАТ «Стирол»	агрегат 1-Б	1360	10,349	1979
	агрегат 1-В	1360	10,349	1979
	агрегат №1	1360	9,767	1985
ВАТ «Азот» (Черкаси)	цех А-3	1800(600*3)	10,395	1970
	цех А-4	1800(600*3)	9,653	1973
	цех А-5	1360	9,653	1979
ВАТ «Дніпроазот»	агрегат №1	1360	9,767	1979
	агрегат №2	1360	10,345	1986
ВАТ «Азот» (Сіверськодонецьк)	агрегат 1-А	1700	10,030	1974
	агрегат 1-Б	1360	9,707	1975
Одеський припортовий завод	агрегат №1	1360	10,349	1978
	агрегат №2	1360	10,349	1979
ВАТ «Азот» (Рівне)	агрегат №1	600	9,653	1974
	агрегат №2	600	9,653	1974
	агрегат №3	600	9,653	1974

З усіх продуктів хімічної промисловості виробництво аміаку є найбільш енергомістким, на нього припадає понад третини енергоспоживання галузі. Для аналізу ефективності використання енергоресурсів при виробництві аміаку використовують показники енергоємності на кінцевій стадії виробництва (прямі енерговитрати) та показники повної енергоємності, що включають усі енерговитрати – на технологічний процес, на ви-

робництво енергоносіїв та сировини. Повна енергоємність продукції визначається як відношення прямих і непрямих витрат енергії, матеріалізованих у спожитих енергоресурсах і сировині, витрат енергії на транспортування протягом року до річного обсягу виробленої продукції [2].

При розрахунку повної енергоємності або її складових частин обсяги палива та енергії визначаються в умовному виразі. Перерахунок натуральних значень електроенергії та теплоенергії виконується за середніми витратами умовного палива на відпуск цих енергоносіїв за звітними статистичними даними і прогнозними даними на період 2005-2015 рр.

Аналіз технології виробництва аміаку свідчить, що лише частина природного газу (загальні витрати якого враховуються як паливо на неенергетичні цілі в цілому по галузі) є сировиною, а інша частина використовується як енергоносіїв для опалювання трубчатих печей конверсії природного газу та допоміжного котла для виробництва пари високого тиску, який є складовою частиною аміачного агрегату. Відповідно до методики ексергетичного аналізу розраховано теоретичні питомі витрати природного газу як сировини на виробництво аміаку, решта його частина враховується як паливо [3].

Для розрахунків повної енергоємності виробництва аміаку на період 2005-2015 рр. проаналізуємо непрямі витрати енергоресурсів (табл. 2).

Таблиця 2. Енергоємність енергоносіїв та сировини (природний газ)

Найменування	Одиниця виміру	Питомі витрати енергоресурсу на одиницю виміру			Енергоємність, кг у.п./од. виміру
		палива, кг у.п.	електроенергії, кВт·год	теплоенергії, Мкал	
1995 рік					
Стиснуте повітря	м ³	-	0,1012	-	0,0365
Вода технічна	м ³	-	0,5471	-	0,1975
Електроенергія	кВт·год.	-	0,0727	-	0,0262
Теплоенергія	Мкал	-	0,0238	-	0,004
Видобуток газу	тис.м ³	4,8	5,8	6,8	8,0994
Транспортування газу	тис.м ³	0,329	0,0087	0,0003	
2000 рік					
Стиснуте повітря	м ³	-	0,1549	-	0,0573
Вода технічна	м ³	-	0,545	-	0,2016
Електроенергія	кВт·год.	-	0,075	-	0,0278
Теплоенергія	Мкал	-	0,0277	-	0,0047
Видобуток газу	тис.м ³	15,6	8,4	9,6	20,3655
Транспортування газу	тис.м ³	0,0323	0,0077	0,0003	

Як видно з наведених даних, за період 1995-2000 рр. зросли всі показники енергоємності енергоносіїв: стиснутого повітря – на 57%, теплоенергії – на 17,5%, електроенергії – на 6%, води технічної – на 2%. Значно зросла енергоємність сировини (природного газу) – на 151%. Це пояснюється тим, що питомі витрати на видобуток газу за п'ять років підвищилися: палива – у 3,2 разу, електроенергії та теплоенергії – в 1,4 разу.

Енергоємність енергоносіїв і сировини на період 2005-2015 рр. наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Енергоємність енергоносіїв і сировини на період 2005-2015 рр.

Найменування	Одиниця виміру	2005	2010	2015
Стиснуте повітря	кг у.п./м ³	0,0499	0,0428	0,0344
Вода технічна	кг у.п./м ³	0,1982	0,1919	0,1843
Електроенергія	кг у.п./кВт·год	0,0273	0,0254	0,0236
Теплоенергія	кг у.п./Мкал	0,0037	0,0019	0,0019
Природний газ	кг у.п./тис.м ³	18,71	14,47	9,46

В табл. 4 представлено динаміку складових, а в табл. 5 – динаміку енергоємності та повної енергоємності виробництва аміаку за 1995-2000 рр. і на період до 2015 року. Як бачимо, при збільшенні на 15% виробництва аміаку за 1995-2000 рр. енергоємність його зменшилась з 754,7 до 668,0 кг у.п./т, або на 11,5%. У 2015 році обсяг виробництва має зрости на 41,3%, а енергоємність на кінцевій стадії становитиме 614 кг у.п./т, тобто зменшиться проти 2000 року ще на 8,1%.

Таблиця 4. Динаміка складових повної енергоємності виробництва аміаку за 1995-2000 рр. і на період до 2015 року

Найменування	Одиниця виміру	Витрати на 1 т аміаку	Енергоємність, кг у.п./т
1995			
1. Стиснуте повітря	м ³	842	30,7
2. Вода	м ³	150	29,6
3. Електроенергія	кВт·год	389,8	10,2
4. Теплоенергія	Мкал	420,2	1,7
5. Сировина	м ³	940	7,6
2000			
1. Стиснуте повітря	м ³	840	48,1
2. Вода	м ³	143	28,8
3. Електроенергія	кВт·год	258,2	7,2
4. Теплоенергія	Мкал	273,9	1,3
5. Сировина	м ³	908	18,5
2005			
1. Стиснуте повітря	м ³	838	41,8
2. Вода	м ³	135	26,7
3. Електроенергія	кВт·год	256	7,0
4. Теплоенергія	Мкал	270	1,0
5. Сировина	м ³	896	16,8
2010			
1. Стиснуте повітря	м ³	836	35,8
2. Вода	м ³	128	24,5
3. Електроенергія	кВт·год	254	6,5
4. Теплоенергія	Мкал	267	0,5
5. Сировина	м ³	878	12,7
2015			
1. Стиснуте повітря	м ³	830	28,6
2. Вода	м ³	120	22,1
3. Електроенергія	кВт·год	250	6,0
4. Теплоенергія	Мкал	265	0,5
5. Сировина	м ³	852	8,1

Повна енергоємність аміаку зменшилась з 1920,5 кг у.п./т у 1995 році до 1816,9 кг у.п./т у 2000-му, тобто на 103,6 кг у.п./т, або на 5,4%. У перспективі повна енергоємність аміаку зменшиться ще на 157,6 кг у.п./т, або на 8,7%, і сягне 2015 року 1659,3 кг у.п./т.

Аналіз технології виробництва аміаку показує, що підвищення ефективності використання палива та енергії можливе за рахунок глибокої утилізації вторинних теплових ресурсів в енерготехнологічному агрегаті. В циклі агрегату виробництва аміаку знаходиться велика кількість тепла на різних енергетичних рівнях. Утилізація

Таблиця 5. Динаміка енергоємності та повної енергоємності виробництва аміаку в 1995-2000 рр. і на період до 2015 року, кг у.п./т

Показники	1995	2000	2005	2010	2015	2000 рік у % до 1995 року	2015 рік у % до 2000 року
Обсяги виробництва аміаку	3782,3	4351,4	4920	5260	6150	115,0	141,3
Енергоємність одиниці продукції	754,7	668,0	650,0	626,8	614,0	88,5	91,9
у тому числі:							
- електроємність	142,3	96,8	94,5	92,0	90,0	68,0	93,0
- теплоємність	71,4	46,0	45,4	44,8	44,0	64,4	95,6
- паливоємність	541,0	525,2	510,1	490,0	480,0	97,1	91,4
Непрямі витрати							
- стиснуте повітря	30,7	48,1	41,8	35,8	28,6	156,7	59,5
- вода технічна	29,6	28,8	26,7	24,5	22,1	97,3	76,7
- електроенергія	10,2	7,2	7,0	6,5	6,0	70,6	83,3
- теплоенергія	1,7	1,3	1,0	0,5	0,5	76,5	38,5
Витрати сировини (газу природного)	1086	1045	1030	1010	980	96,2	93,8
Енергоємність сировини	7,6	18,5	16,8	12,7	8,1	243,4	43,8
Повна енергоємність	1920,5	1816,9	1773,3	1716,8	1659,3	94,6	91,3

низькопотенційного (100-200°C) і середньопотенційного (200-400°C) тепла разом із високопотенційним (400°C) дає можливість виробляти пару високих параметрів і забезпечити всі енергетичні та технологічні потреби агрегату.

Також зниженню енерговитрат сприяє підвищення ККД кожної стадії виробництва аміаку, покращання властивостей каталізаторів, абсорбентів, розчинників; одержання додаткової продукції – технологічного аргону, гелію, діоксиду вуглецю.

1. Украинский аммиак: производство и потребление // Химия Украины. – 2001. – №8. – С. 3-5.

2. Гнідий М.В., Куц Г.О., Терещук Д.А. Метод розрахунку повних енергетичних витрат на виробництво продукції // Еко-технології і ресурсосбереження. – 1997. – №5. – С. 67-72.

3. Семенов В.П., Киселев Г.Ф. и др. Производство аммиака. – М.: «Химия», 1985.