

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ „КПІ”**

**ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**



**НОВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ  
В МАШИНОБУДУВАННІ**

**МАТЕРІАЛИ**

**VIII Міжнародної науково-технічної конференції**

Україна, Київ

2016

<i>Дорошенко В.С.<sup>1</sup>, Калюжний П.Б.<sup>2</sup> (<sup>1</sup>ФТИМС НАН України, г. Київ; <sup>2</sup>ВНУ ім. В. Даля, г. Северодонецк) УСКОРЕННОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ОТЛИВОК В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ НАПОЛНИТЕЛЯ НЕПОСРЕДСТВЕННО В ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЕ.....</i>	<i>40</i>
<i>Дорошенко В.С., Шинський І.О. (ФТИМС НАН України, м. Київ) ПРО РОЗРОБКУ НАУКОВИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАСАД КОНСТРУЮВАННЯ ВИЛИВКІВ, ОПТИМАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ ЇХ ВИРОБНИЦТВА І АВТОМАТИЗОВАНИХ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ.....</i>	<i>41</i>
<i>Дорошенко В.С., Яковичин О.А. (ФТИМС НАН України, г. Київ) ПРЕДПОСЫЛКИ ПРИМЕНЕНИЯ АЦЕТАТА НАТРИЯ («NOT ICE») В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИАЛА РАЗОВЫХ МОДЕЛЕЙ.....</i>	<i>42</i>
<i>Дорошенко В.С. (ФТИМС НАН України, г. Київ) ФОРМООБРАЗУЮЩИЕ И СВЯЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ ПРИ ЛИТЬЕ ПО ЛЕДЯНЫМ МОДЕЛЯМ.....</i>	<i>42</i>
<i>Дорошенко В.С. (ФТИМС НАН України, г. Київ) О ПОДДЕРЖАНИИ БАЛАНСА ДАВЛЕНИЯ ГАЗА У СТЕНКИ ФОРМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОТЛИВОК ПРИ ЛГМ.....</i>	<i>43</i>
<i>Дорошенко В.С. (ФТИМС НАН України, г. Київ) СОЧЕТАНИЕ ЛИТЬЯ ПО РАЗОВЫМ МОДЕЛЯМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ И ОПТИМИЗАЦИЕЙ ТОЛЩИН СТЕНОК ОТЛИВКИ КАК МЕТОД МЕТАЛЛОСБЕРЕЖЕНИЯ.....</i>	<i>45</i>
<i>Доценко Ю.В., Селівьорстов В.Ю., Доценко Н.В. (НМетАУ, м. Дніпропетровськ) ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИЛИВКІВ.....</i>	<i>46</i>
<i>Дядюн К.В., Чебукина В.Ф. (Херсонский политехнический колледж, м. Херсон) ПРОЦЕСС НАНЕСЕНИЯ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ И СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ПРОЦЕССОМ.....</i>	<i>47</i>
<i>Жбанова О.М., Хомовська А.О. (ДВНЗ «КНУ», м. Кривий Ріг) ПОКРАЩЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЛИТОГО КОНТЕЙНЕРА ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ВІДХОДІВ.....</i>	<i>51</i>
<i>Жижкина Н.А., Илюшкин Д.А., Зенцова Е.А. (БГТУ, г. Брянск) КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ВАЛКОВОЙ ОТЛИВКИ.....</i>	<i>52</i>
<i>Затуловский А.С. (ФТИМС НАН України, г. Київ) ЦЕНТРОБЕЖНОЕ ЛИТЬЕ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ, АРМИРОВАННЫХ ПРОДУКТАМИ РЕЦИКЛИНГА.....</i>	<i>53</i>
<i>Захарченко А.В. (Университет «Украина», г. Київ) МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ТРИБОСОПРЯЖЕНИЙ.....</i>	<i>54</i>
<i>Зеленый Б.Г. (ФТИМС НАН України, г. Київ) ВЛИЯНИЕ ТЕРМОВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ И МОДИФИЦИРОВАНИЯ НА ГАЗОНАСЫЩЕННОСТЬ ЧУГУНА.....</i>	<i>55</i>
<i>Золотоверх В.А.<sup>1</sup>, Микитчик А.В.<sup>2</sup>, Рудой Ю.Е.<sup>2</sup> (<sup>1</sup>НТУУ «КПІ», м. Київ; <sup>2</sup>МЦ ЕПТ ІЕЗ ім. Є.О. Патона, м. Київ) ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ДИФУЗІЙНОГО БАР'ЄРНОГО ШАРУ В ЖАРОСТІЙКОМУ ПОКРИТТІ NiAl, ОТРИМАНОМУ ПО ОДНОСТАДІЙНІЙ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВІЙ ТЕХНОЛОГІЇ.....</i>	<i>56</i>
<i>Идрис Г.Г., Акимов О.В., Марченко А.П. (НТУ «ХПИ», г. Харьков) КОМПЛЕКСНОЕ КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ПОРШНЕЙ.....</i>	<i>58</i>
<i>Исаева Л.Е. (НМетАУ, г. Днепропетровск) ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ НИТРИДНЫХ ФАЗ В КАВИТАЦИОННОСТОЙКИХ СТАЛЯХ АУСТЕНИТНОГО КЛАССА.....</i>	<i>59</i>
<i>Иванов В.Г., Пірожкова В.П. (ЗНТУ, м. Запоріжжя) БУДОВА ГРАФІТОВИХ ВКРАПЛЕНЬ У ВИСОКОМІЦНИХ ЧАВУНАХ.....</i>	<i>60</i>
<i>Иванова Л.Х., Білий О.П., Алексєєнко А.С., Юрченко Ю.О. (НМетАУ, г. Дніпропетровськ) МОДИФІКУВАННЯ ТА ЛЕГУВАННЯ ВАЛКОВОГО ЧАВУНУ.....</i>	<i>61</i>
<i>Иванова О.С., Лисюк Р.О., Рибак В.М. (НТУУ «КПІ», м. Київ) МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ ФЛЮСІВ ЕШП.....</i>	<i>63</i>
<i>Иванова О.С., Сєдов М.П., Рибак В.М. (НТУУ «КПІ», м. Київ) КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОЇ ТИГЕЛЬНОЇ ПЛАВКИ НА РІДКОМУ СТАРТІ.....</i>	<i>64</i>
<i>Иванченко Д.В., Кадигроб С.В. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ОПТИМАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ МОДИФІКУВАННЯ АЛЮМІНІЄВО-КРЕМНІЄВОГО ЛИВАРНОГО СПЛАВУ АК5М ЦИРКОНІЄМ, ВВЕДЕНИМ ІЗ ФТОРИДУ.....</i>	<i>65</i>
<i>Казлинський О.Є., Несін В.В. (ІСТЕ СБУ, м. Київ) СПЕЦИФІЧНА ДІЯ ЕЛЕКТРОГРАФІЧНОГО МАРКУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ТВЕРДОСТІ МАТЕРІАЛУ Р6М5 СПЕЦІАЛЬНИХ ФРЕЗ СКЛАДНОГО ПРОФІЛЮ.....</i>	<i>66</i>
<i>Калюжний П.Б. (СНУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк) ОДЕРЖАННЯ ВИЛИВКІВ ЛИТТЯМ ЗА МОДЕЛЯМИ, ЩО ГАЗИФІКУЮТЬСЯ, З АЕРОДИНАМІЧНИМ ПЕРЕМІЩЕННЯМ ФОРМУВАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ У КОНТЕЙНЕРІ.....</i>	<i>67</i>
<i>Квасницкая Ю.Г., Максютя И.И., Верховлюк А.М. (ФТИМС НАН України, г. Київ) ИСПЫТАНИЯ НА СТОЙКОСТЬ К ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОРРОЗИИ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ ЛОПАТОК ГАЗОТУРБИНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....</i>	<i>68</i>

Професор С. П. Дорошенко започаткував на кафедрі наукову школу з питань технології ливарної форми, підготував 27 кандидатів і чотирьох докторів технічних наук, у т. ч. для Німеччини, Болгарії, Куби, В'єтнаму. Він опублікував понад 650 наукових та навчально-методичних праць. У його доробку понад 40 авторських свідоцтв і патентів.

Степан Пантелійович велику увагу приділяв професійній орієнтації майбутніх інженерів-ливарників. З-під пера його та співавторів вийшли книги, брошури та статті з технології та історії ливарного виробництва в Україні і в світі, зокрема «О литейщиках» (1976), «Об искусстве литья и литейщиках» (1986), «Древняя и всегда молодая профессия» (1998), «Історія художнього литва» (1998).

Продовження цього напрямку його діяльності нашло відображення в колекціонуванні виробів художнього литва та створенні при кафедрі ливарного виробництва музею литва на базі особистої колекції С. П. Дорошенка.

Зусиллями професора С. П. Дорошенка були налагоджені плідні зв'язки кафедри ливарного виробництва КПІ з профільними інститутами Китаю, Чехії, Болгарії, Румунії, Куби, В'єтнаму, Німеччини та інших країн.

Останні роки життя С. П. Дорошенко активно займався дослідженням історії ливарного виробництва в Україні, художнього литва, відродженням забутих імен і подій української історії.

**Гнатуш В.А.**

*(г. Киев)*

### **МИРОВОЙ РЫНОК ЛИТЬЯ: ПОВЫШАТЕЛЬНЫЙ ТРЕНД**

Уже традиционно в декабре 2015 года журнал «MODERN CASTING» опубликовал 49-й статистический отчет о работе мировой литейной отрасли за 2014 год. Вашему вниманию предлагается обобщенный анализ мировой литейной отрасли за 2012-2014 гг., а также некоторые тренды и прогнозы на краткосрочную перспективу.

#### **Рейтинг производителей отливок.**

Итак, по данным Modern Casting в 2014 г. в мире было произведено 105,2 млн. т отливок, что на 1,9% больше чем в 2013 г. Лидирующая десятка стран, основных производителей отливок, остается без изменений (табл. 1).

Таблица 1 – Крупнейшие страны-производители отливок в 2012-2014 гг.

Рейтинг 2014	Страна	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
		кол-во, млн. т	доля, %	кол-во, млн. т	доля, %	кол-во, млн. т	доля, %
<b>1</b>	<b>Китай</b>	<b>42,500</b>	<b>42,15</b>	<b>44,500</b>	<b>43,11</b>	<b>46,200</b>	<b>43,92</b>
2	США	11,789	11,69	12,250	11,87	11,997	11,41
<b>3</b>	<b>Индия</b>	<b>9,344</b>	<b>9,27</b>	<b>9,810</b>	<b>9,50</b>	<b>10,021</b>	<b>9,53</b>
4	Япония	5,343	5,30	5,538	5,36	5,538	5,27
<b>5</b>	<b>Германия</b>	<b>5,214</b>	<b>5,17</b>	<b>5,187</b>	<b>5,02</b>	<b>5,247</b>	<b>4,99</b>
6	Россия	4,300	4,26	4,100	3,97	4,200	3,99
<b>7</b>	<b>Бразилия</b>	<b>2,860</b>	<b>2,84</b>	<b>3,071</b>	<b>2,97</b>	<b>2,737</b>	<b>2,60</b>
8	Республика Корея	2,436	2,42	2,562	2,48	2,631	2,50
<b>9</b>	<b>Италия</b>	<b>1,960</b>	<b>1,94</b>	<b>1,971</b>	<b>1,91</b>	<b>2,025</b>	<b>1,93</b>
10	Турция	1,445	1,43	1,543	1,49	1,750	1,66
	<b>Итого</b>	<b>87,191</b>	<b>86,47</b>	<b>90,532</b>	<b>87,70</b>	<b>92,346</b>	<b>87,80</b>
	Прочие 26-27 стран	13,644	13,53	12,698	12,30	12,837	12,20
	<b>Всего</b>	<b>100,835</b>	<b>100,00</b>	<b>103,230</b>	<b>100,00</b>	<b>105,183</b>	<b>100,00</b>
<b>13</b>	<b>Украина</b>	<b>1,532</b>	<b>1,52</b>	<b>1,355</b>	<b>1,31</b>	<b>1,560</b>	<b>1,48</b>

Примечание: Исходные статистические данные от журнала Modern Casting.

Всього на 10 стран-лидеров в 2014 г. пришлось 87,8% мирового производства литья при росте на 1,8% против 2013 г.

Тройку лидеров мирового литейного рынка формируют Китай, США и Индия. Их суммарная доля в 2014 г. составила 64,9% против 64,5% в 2013 г. и 63,1% в 2012 г. А безоговорочным лидером мирового литейного рынка является Китай, доля которого за период с 2012 по 2014 г. увеличилась с 42,2 до 43,9%. Следует отметить, что по результатам 2014 г. на 10-е место рейтинга вышла Турция, потеснив Францию. Украина в мировом литейном рейтинге занимает достаточно почетное 13 место.

### Характеристика литейных предприятий.

Анализ статистических данных Modern Casting свидетельствует о том, что за период с 2000 по 2015 г. количество литейных предприятий в мире увеличилось с 30 тысяч до 47,1 тыс. или в 1,6 раза (рис. 1). При этом следует учитывать, что в 2005 г. статистика показала прибавку в Китае количества литейных предприятий сразу на 14 тыс. Таким образом, по состоянию на 2014 г. у мирового литейного лидера, Китая, насчитывается 26 тыс. предприятий или 55% мирового показателя. Конечно, анализ литейного рынка Китая может быть предметом отдельного исследования.



Рис. 1. Мировая статистика литейных предприятий

В то же время, несмотря на существенное увеличение количества литейных предприятий в мире, среднее заводское производство отливок за отчетный период колеблется в диапазоне от 1,7 до 2,3 тыс. т/год при среднем показателе 2,0 тыс. т/год (рис. 1). Полагаем, что хотя это субъективный показатель, но, тем не менее, он свидетельствует о курсе бизнеса на создание малых и средних литейных компаний, которые продают свою продукцию покупателям в разных отраслях экономики.

### Поставки отливок.

Одним из важных показателей литейного бизнеса является объем поставки продукции. Хотя статистические данные Modern Casting страдают некоторой неполнотой, но, тем не менее, позволяют сформировать довольно полную картину торговли отливками в мире.

Как видим, крупнейшими поставщиками отливок по итогам 2014 г. являются Китай (82,9 млрд. USD), США (30,8 млрд. USD), Япония (19,4 млрд. USD) и Индия (18,0 млрд. USD) – табл. 2. Украина в данном рейтинге достаточно уверенно входит в первую десятку поставщиков отливок.

### Материальная структура производства отливок.

Традиционно для производства отливок используют железные и нежелезные (цветные) литейные сплавы. Статистические данные за 2014 г. свидетельствуют о том, что 70,9% отливок в мире изготовлены из чугуна, 18,4% – из сплавов цветных металлов и 10,8% из стали (табл. 3). Для сравнения в 2013 г. имеем следующие показатели: 71,5%, 17,7% и 10,8% соответственно, а в 2012 г. – 71,9%, 16,9% и 11,2%.

При этом, например, в 2014 г. первое место занимают отливки из серого чугуна (45,4%), на втором отливки из высокопрочного чугуна или ВЧШГ (24,4%) и на третьем отливки из алюминиевых сплавов (15,5%).

Таблиця 2 – Рейтинг стран, поставщиків отливок

Рейтинг 2014	Страна	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
		стоимость, млрд. USD	доля, %	стоимость, млрд. USD	доля, %	стоимость, млрд. USD	доля, %
1	<b>Китай</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>89,700</b>	<b>37,71</b>	<b>82,924</b>	<b>41,75</b>
2	США	36,038	33,41	30,303	12,74	30,790	15,50
3	<b>Япония</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>19,366</b>	<b>8,14</b>	<b>19,366</b>	<b>9,75</b>
4	Индия	0	0,00	0	0,00	18,000	9,06
5	<b>Германия</b>	<b>17,592</b>	<b>16,31</b>	<b>15,480</b>	<b>6,51</b>	<b>9,955</b>	<b>5,01</b>
6	Бразилия	11,400	10,57	11,600	4,88	8,391	4,22
7	<b>Италия</b>	<b>9,237</b>	<b>8,56</b>	<b>48,063</b>	<b>20,21</b>	<b>7,124</b>	<b>3,59</b>
8	Франция	7,831	7,26	7,219	3,03	5,911	2,98
9	<b>Украина</b>	<b>7,657</b>	<b>7,10</b>	<b>5,184</b>	<b>2,18</b>	<b>5,433</b>	<b>2,74</b>
10	Турция	3,940	3,65	4,015	1,69	4,880	2,46
11	<b>Испания</b>	<b>3,479</b>	<b>3,23</b>	<b>3,098</b>	<b>1,30</b>	<b>2,750</b>	<b>1,38</b>
12	Австрия	1,812	1,68	1,676	0,70	1,418	0,71
13	<b>Венгрия</b>	<b>0,434</b>	<b>0,40</b>	<b>0,600</b>	<b>0,25</b>	<b>0,630</b>	<b>0,32</b>
14	Португалия	0,674	0,62	0,247	0,10	0,494	0,25
15	<b>Финляндия</b>	<b>0,391</b>	<b>0,36</b>	<b>0,380</b>	<b>0,16</b>	<b>0,300</b>	<b>0,15</b>
16	Норвегия	0,316	0,29	0,294	0,12	0,243	0,12
17	<b>Канада</b>	<b>3,120</b>	<b>2,89</b>	<b>1,9</b>	<b>0,80</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
18	Чехия	1,428	1,32	0	0,00	0	0,00
19	<b>Польша</b>	<b>2,515</b>	<b>2,33</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
20	Таиланд	0	0,00	0,641	0,27	0	0,00
	<b>Всего</b>	<b>107,864</b>	<b>100,00</b>	<b>237,866</b>	<b>100,00</b>	<b>198,609</b>	<b>100,00</b>

Примечание: Исходные данные от журнала Modern Casting. «0» – данные отсутствуют.

Таблиця 3 – Мировая структура производства отливок в 2012-2014 гг.

Вид сплава	2012 г.		2013 г.		2014 г.		2014 к 2013, %
	кол-во, тыс. т	доля, %	кол-во, тыс. т	доля, %	кол-во, тыс. т	доля, %	
<b>Чугун серый</b>	<b>45995,8</b>	<b>45,6</b>	<b>47821,7</b>	<b>46,3</b>	<b>47795,8</b>	<b>45,4</b>	<b>99,9</b>
Чугун высокопрочный	25167,2	25,0	25057,7	24,3	25682,2	24,4	102,5
<b>Чугун ковкий</b>	<b>1275,5</b>	<b>1,3</b>	<b>925,6</b>	<b>0,9</b>	<b>1113,0</b>	<b>1,1</b>	<b>120,2</b>
Сталь	11299,0	11,2	11123,6	10,8	11318,9	10,8	101,8
<b>Алюминий</b>	<b>14051,9</b>	<b>13,9</b>	<b>15357,3</b>	<b>14,9</b>	<b>16324,1</b>	<b>15,5</b>	<b>106,3</b>
Медь	1743,8	1,7	1788,6	1,7	1745,6	1,7	97,6
<b>Цинк</b>	<b>587,9</b>	<b>0,6</b>	<b>453,9</b>	<b>0,4</b>	<b>545,7</b>	<b>0,5</b>	<b>120,2</b>
Магний	226,7	0,2	175,8	0,2	160,8	0,2	91,5
<b>Прочие цветные металлы</b>	<b>486,8</b>	<b>0,5</b>	<b>525,7</b>	<b>0,5</b>	<b>496,8</b>	<b>0,5</b>	<b>94,5</b>
<b>Всего</b>	<b>100834,6</b>	<b>100,0</b>	<b>103229,9</b>	<b>100,0</b>	<b>105182,9</b>	<b>100,0</b>	<b>101,9</b>
<b>Изменение, %</b>	<b>100,0</b>		<b>102,4</b>		<b>104,3</b>		

Примечание: Исходные статистические данные от журнала Modern Casting.

Аналитики Steel Founders' Society of America полагают, что за период с 2008 по 2020 год мировое производство отливок из высокопрочного чугуна увеличится с 21,7 до 53,2 млн. т (+145%), из медных сплавов – с 1,7 до 3,0 млн. т (+76%), из стали – с 9,9 до 15,2 млн. т (+54%), из алюминиевых сплавов – с 10,9 до 16,0 млн. т (+47%) и из серого чугуна – с 42,5 до 60,8 млн. т (+43%). Сопоставив приведенный прогноз с фактическими данными за 2014 г., следует отметить, что наименьшее отставание от прогноза имеет место для отливок из серого чугуна и стали. Примерно на 30% наблюдается отставание у отливок из высоко-