

следования показано, что эта операция является решающей для обеспечения качества продукции при высокой точности данных сканирования [3].

### Список литературы

1. Юрасов С. Уроки Давоса // ЛигаБизнес, 27.01.2016. [http://ukrrudprom.ua/digest/urokiDavosa\\_2016.html](http://ukrrudprom.ua/digest/urokiDavosa_2016.html)

2. Salmi A. et al. Combined reverse engineering and CAD approach for mould modeling in casting simulation // International Journal of Cast Metals Research. V. 27, № 4. - 2014. – P. 213 - 220.

2. Minetola P. et al. Contactless inspection of castings: analysis of alignment procedures International // International Journal of Cast Metals Research. V. 25, № 1. – 2012. P. 38-46.

УДК 621.744

### В. С. Дорошенко

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНОГО ЯВЛЕНИЯ КОНДЕНСАЦИИ ВЛАГИ ДЛЯ УВЛАЖНЕНИЯ ТВЕРДЕЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ ЛЕДЯНЫХ МОДЕЛЕЙ

Загрязнение окружающей среды чаще всего происходит материалами чуждыми земной биосфере. Способ литья по ледяным моделям (ЛЛМ) служит примером малоотходных процессов литья металла по разовым моделям без органических материалов в соответствии с идеей подражания циклическим природным процессам. При ЛЛМ агрегатные переходы воды - из жидкого в твердое при замораживании ледяной модели (ЛМ), опять в жидкое при плавлении ЛМ и удалении из литейной формы, а затем испарение влаги при сушке песчаной формы - в чем-то подобны кругообороту воды в природе. Развитию криотехнологий, в свою очередь, способствует совершенствование холодильной техники, сделавшее холод доступным в больших масштабах с широкими возможностями использования низких температур для различных процессов, включая изменение агрегатного состояния вещества.

Важное значение для ЛЛМ имеет порошковая краска (ПК) с добавками гипса и (или) цемента, твердеющая на ЛМ в контакте с водой. ПК удерживается на ЛМ по-

верхностным электростатическим зарядом, появляющимся на стенках ЛМ при 10-15 °С ниже нуля [1]. Нанесение ПК (1-3 слоя) на ЛМ сопровождалось конденсацией пара из окружающего воздуха на поверхности охлажденного контактом с ЛМ слоя ПК (при температуре ниже точки росы). Кубический метр воздуха содержит (в зависимости от влажности) 4-25 г водяных паров. Естественную конденсацию пара мы наблюдаем дома на кухне, когда вынимаем из холодильника кастрюлю с блестящей поверхностью, которая сразу запотевает и становится матовой от водяной пленки. При +20 °С воздух с влажностью 30%, 60% и 90% имеет соответственно точку росы (°С) +1,9; +12,0; +18,3. Для ускорения увлажнения ПК повышали влажность воздуха распылением у поверхности ПК аэрозоля в капельно-жидкой дисперсной фазе [1]. Если поверхность охлаждена ниже температуры замерзания воды, то при охлаждении ПК ниже точки инея влага из воздуха осажается на ней в виде инея (замороженной росы). Этот вариант способа применим для получения замороженного покрытия на ЛМ по принципу замороженной формы. Точка инея - температура, при которой водяной пар, содержащийся в воздухе, становится насыщенным по отношению к поверхности льда. В природе иней осажается вследствие десублимации прямо из газообразной фазы в твердые кристаллы, минуя фазу жидкой воды. Для инея самое подходящее место расположения - шероховатая поверхность материала с низкой теплопроводностью, например, паутина (рис. 1). Если пар из воздуха осажается через жидкую фазу, то получаются наледи, гладкие и "стеклянные" (рис. 2), которые образуются на той же паутине в естественных условиях или при изготовлении ледяных скульптур – сеток. Лед, обладая высокой прочностью, становится несущей основой, удерживая сетку большого веса. Такой принцип нанесения влаги на ПК, подобный образованию росы, инея или наледей служит примером применения природных процессов в технологии ЛЛМ для получения твердеющей ПК в контакте с ЛМ или оболочковой формы.



Рис. 1. Осаждение инея на паутине.



Рис. 2. Образование наледи на паутине и пример распиленной оболочки.

### Список литературы

1. Патент № 88304 України, МПК В22С 7/00. Спосіб нанесення покриття на охолоджену модель / О. Й. Шинський, В. С. Дорошенко - Опубл. 2009, Бюл. 19.

УДК 621.744

**В. С. Дорошенко**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

### ВОЗМОЖНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛЕДЯНЫХ ЛИТЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ ПО МЕТОДУ СЕРИЙНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ СКУЛЬПТУР

Крио-технологии формовки разрабатываются для решения задач экологизации и снижения ресурсоемкости процессов точного литья. Литье по ледяным моделям (ЛЛМ) относится к высокотехнологичным процессам и пока не применяется на практике в основном из-за трудности смены стереотипов. В частности, это связано с рядом нетрадиционных для литейной практики вопросов, как обеспечить крупносерийное производство ледяных моделей, использовать фильтрационную формовку, самопроизвольную капиллярную пропитку при удалении ледяной модели, упрочнении песчаной оболочки с гидратационными (кристаллогидратными) вяжущими и т.п. [1]. Между тем, уже отработано изготовление ледяных скульптур в больших количествах. Согласно репортажу в Интернет [2] показано, как летом 2014 г. бразильский скульптор Nele Azevedo одноразово разместила 5000 фигурок мужчин и женщин из льда на лестнице площади Чемберлена в Бирмингеме, Англия (рис.1). Акция служила напоминанием о погибших в Первой мировой войне. Ледяные фигуры, посаженные на ступеньках, таяли на солнце, а вода стекала по ступенькам, как бы изображая кровь убитых людей. Скульптор провела уже около десяти таких акций в разных