

А.М. Игнатова, М.М. Черных

Пермский государственный технический университет

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ВОСПРИЯТИЯ РЕЛЬЕФА БЫТОВЫХ, ХУДОЖЕСТВЕННЫХ И ЮВЕЛИРНЫХ ОТЛИВОК ИЗ СИМИНАЛОВ

Выявлено, что внешнее восприятие художественного рельефа на поверхности отливок из симиналов зависит от соотношения между высотой элемента рельефа и высотой микроискажений формирующих фактуру поверхности отливки. Определены минимальные и максимальные размеры микроискажений формирующих фактуру, которые могут быть получены при литье симиналов различными способами, рассчитаны и подтверждены на практике оптимальные соотношения между геометрическими параметрами рельефа и величиной микроискажений формирующих фактуру.

Производство бытовых, художественных и ювелирных изделий из камня является наиболее бурно развивающимся направлением камнерезного дела. Одной из последних тенденций в этой сфере является использование в качестве сырья новых, ранее не использованных в подобном качестве материалов, причем не только естественного, но и синтетического происхождения. Использование новых материалов позволяет значительно расширить номенклатуру изделий и усложнить их конструкцию, однако на практике с этим возникают трудности, поскольку, как правило, информация об эстетических и потребительских характеристиках таких материалов, а также технологические рекомендации по их художественной обработке отсутствуют.

Одними из наиболее перспективных синтетических материалов для создания бытовых, художественных и ювелирных каменных изделий являются симиналы.

Симиналы (синтетические минеральные сплавы) – это группа материалов, получаемых по технологии высокотемпературного синтеза плавлением ВСП (технология каменного литья). Сырьем для производства симиналов служат основные и ультраосновные горные породы и зольно-шлаковые отходы техногенного происхождения (доменные шлаки, топливные золы и т.д.).

Принципиальное преимущество симиналов перед другими синтетическими «заменителями» камня заключается в том, что они не уступают природным материалам ни по долговечности, ни по механическим характеристикам, ни по эстетическим параметрам, поскольку близки к натуральным материалам по своей природе. При этом формообразование изделий из них значительно проще, чем из других имитаций или натуральных горных пород, потому что этот про-

цесс осуществляется по другому принципу, не посредством механической обработки, а методом литья огненно-жидкого расплава (как в металлургии).

Изделия из симиналов так же полно, как натуральный камень, могут передавать ощущение надежности, основательности, первозданности материала, иными словами, изделия из них не выглядят как имитация, они полностью обеспечивают ощущение натуральной горной породы.

При изготовлении отливок из симиналов с художественным рельефом наиболее важным технологическим аспектом является передача рельефного изображения наиболее целостно и обеспечение пластичного и четкого очертания силуэтов. Однако данные, описывающие взаимосвязь качественных параметров рельефа и параметров поверхности (фактура, шероховатость и т.д.), отсутствуют. Поскольку рельефное изображение на отливках не может быть воспроизведено отдельно от рельефа шероховатости поверхности изделия, возникает необходимость учитывать влияние микрорельефа шероховатости литой поверхности на запланированный художественный рельеф отливки. Очевидно, что воспроизведение запланированного дизайна поверхности и рельефа литых изделий из симиналов представляется весьма актуальным, определяя эстетические характеристики изделия.

В настоящем исследовании преследуется цель установить закономерности восприятия художественного рельефа на поверхности отливок из симиналов в совокупности с микрорельефом шероховатости, а также определить оптимальные соотношения между размерами микрорельефа поверхности и художественного рельефа, обеспечивающих качественную передачу художественного рельефа, вне зависимости от метода получения отливки.

При оценке качества передачи художественного рельефа наиболее весомым фактором является визуальное восприятие готового изделия. Оно определяется не только формой непосредственно самого рельефа, но и фактурой, текстурой поверхности, ее отражательной способностью, светом, цветом и другими факторами.

Фактурой называется свойство, описывающее внешнее строение поверхности формы (шероховатая, гладкая и др.). Фактура зависит от плотности и величины микроискажений поверхности (рис. 1). У гладкой поверхности микроискажения настолько малы, что зрительно они не различаются. С увеличением геометрических параметров микроискажений фактура начинает восприниматься все более отчетливо, до тех пор, пока размер искажений достигнет такой величины, что начнет восприниматься как самостоятельный элемент. В этом случае элементы фактуры поверхности становятся уже элементами членения поверхности (рельефа).

Однако визуальное восприятие зависит не только от геометрических параметров микроискажений, фактура воспринимается по-разному в зависи-

мости от расстояния, на котором ее наблюдают. При увеличении расстояния между наблюдателем и изделием мелкие детали (членения) перестают восприниматься как отдельные элементы формы, представляя в качестве элементов фактуры поверхности, как это показано на схеме (рис. 2). При положении в точке O_1 зритель воспринимает ограниченное число элементов рельефа поверхности. Элементы фактуры воспринимаются наблюдателем как рельеф. По мере удаления от рассматриваемой поверхности (точки O_2 , O_3) число охватываемых зрением элементов увеличивается, их угловые размеры уменьшаются, и они воспринимаются уже как фактура поверхности [1].

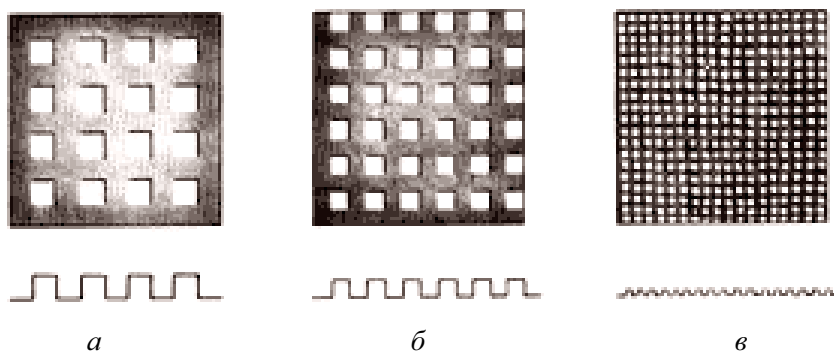


Рис. 1. Разновидности фактуры: *a* – микроискажения воспринимаются как самостоятельные элементы; *б* – микроискажения воспринимаются как элементы «щербатой» фактуры; *в* – микроискажения воспринимаются как гладкая фактура

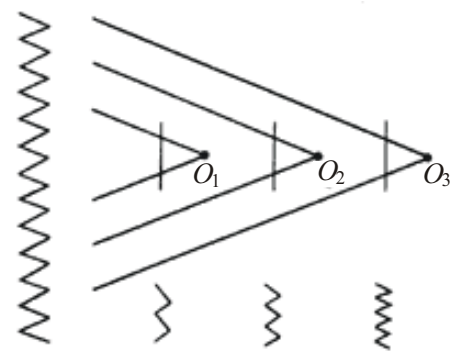


Рис. 2. Схема зависимости восприятия фактуры поверхности от расстояния ее наблюдения

При разработке художественно-конструкторского проекта художественного изделия из симиналов выбор фактуры поверхности и обеспечение ее воспроизведения в отливке является важнейшей технической задачей. Фактура выступает активным эстетическим, а значит, и потребительским свойством. В случае, если она не соответствует геометрическим параметрам релье-

фа, визуальное восприятие может быть значительно ухудшено, вплоть до искажения пропорций изображения.

Другое важное эстетическое свойство поверхности – это текстура. Текстурой называются наблюдаемые на поверхности внешние признаки структуры материала. Для симиналов проявление текстуры нехарактерно, за исключением тех случаев, когда расплав обрабатывается таким образом, чтобы достигнуть его дифференциации (разделения) на две несмешивающиеся жидкости. При фиксации этого разделения расплава в твердом состоянии создается текстура, напоминающая прожилковую структуру мрамора (рис. 3).

Художественный рельеф на отливках из симиналов воспринимается визуально только в совокупности с фактурой и текстурой. Это означает, что на поверхности изделия всегда будет наблюдаться распределение светлых и темных участков (светотень). Немаловажную роль в распределение светотени играет освещение.

Учитывая указанные закономерности визуального восприятия, очевидно, что при проектировании художественных изделий из симиналов с рельефом следует учитывать условие его будущей эксплуатации, а именно расстояние, на котором его будут воспринимать, и преобладающее освещение (улица, помещение). Светотень облегчает зрительное восприятие объема и рельефа, способна обобщить или расчленить объем или поверхность предмета.

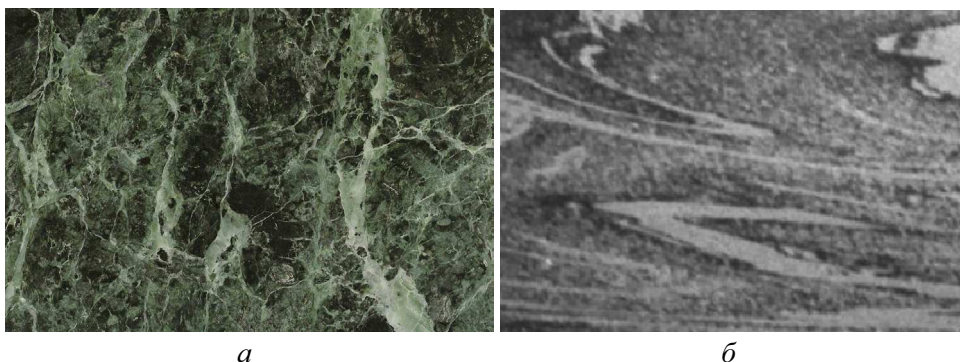


Рис. 3. Текстура поверхности: *а* – натурального мрамора; *б* – симинала

Чем меньше микроискажений, т.е. чем меньше выражена фактура, тем больше на поверхности будет наблюдаться световых бликов. Фактурная поверхность исключает блики, а в случае, когда источник света располагается к отливке вплотную, возникают контрастные световые отношения с сильными рефlekсами и густой (плотной) тенью. На собственной и падающей тенях появляются сложные тональные градации. На криволинейной поверхности, в тех местах, где падает скользкий свет, фактура выделяется яснее. С удалением источника света светотеневые градации исчезают, «материальность»

формы уменьшается, и с определенного момента предмет воспринимается как силуэт, лишенный объема и деталей.

Основополагающим эстетическим качеством поверхности является фактура, а гармоничное восприятие художественного рельефа напрямую зависит от того, насколько его геометрические параметры соответствуют характеру фактуры. Следовательно, необходимо установить оптимальные соотношения размеров рельефа и размеров микроискажений, формирующих фактуру поверхности. Для этого необходимо рассмотреть подробнее микроискажения, возникающие на поверхности отливок. Основной причиной их возникновения является адсорбция (повышение концентрации) на границе раздела фаз (стенка формы – жидкий расплав) зародышей кристаллизации при заливке расплава симиналов в форму.

Размер микроискажений и их форма зависят от материала литейной формы. Встречается две разновидности микроискажений: сферические и пластинчатые, первые образуются, когда микропоры на поверхности формы образованы сферическими микрочастицами (рис. 4, *а*), а вторые – когда пластинчатыми (рис. 4, *б*).

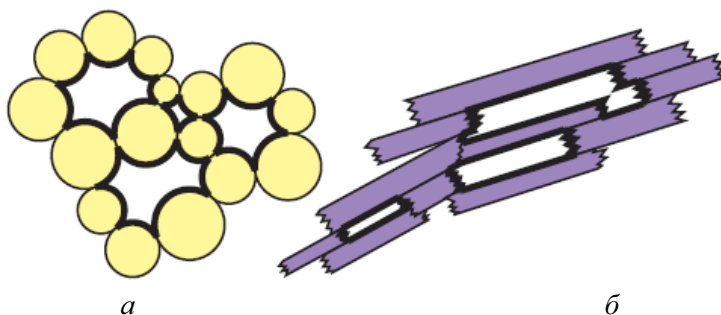


Рис. 4. Схематическое изображение пор на поверхностях литейных форм:
а – поры образованы сферическими частицами (например, разовая песчаная форма);
б – поры образованы пластинчатыми частицами (неметаллический кокиль, например графитовый)

Как правило, микроискажения распределяются по поверхности неравномерно и без определенного порядка, однако геометрические размеры одного искажающего элемента обычно находятся в одном диапазоне. Для того чтобы определить оптимальное соотношение размеров рельефа и размеров микроискажений, определим, какие микроискажения по величине могут формироваться на поверхности симиналов. Воспользуемся следующей формулой [2]:

$$H = \sqrt{\left(R^2 - \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right)},$$

где H – высота микроискажения; R – наибольший радиус поры, формирующей микроискажение; d – средний диаметр поры, формирующей микроискажение.

В расчетах за геометрические размеры пор были взяты средние размеры частиц материалов, из которых обычно изготавливаются литейные формы для производства отливок из симиналов. В результате получены следующие значения:

- для разовых песчаных форм: 1,1; 1,2; 1,52; 1,9 мм;
- для графитовых кокилей: 0,6; 0,9; 1,1 мм;
- для металлических кокилей: 0,3; 0,5 мм.

Из предшествующих работ [3] мы определили, что наиболее четко рельеф воспринимается тогда, когда средний геометрический размер детали рельефа относится к высоте микроискажения как 20:1. Руководствуясь простыми арифметическими расчетами, мы определили наиболее подходящий параметр фактуры для наиболее четкой передачи рельефа в соответствии с его геометрическими размерами:

Средний размер элемента фактуры, мм (микроискажение)	0,3	0,5	0,6	0,9	1,1	1,2	1,52	1,9
Средний размер высоты рельефного изображения, мм	6	10	12	18	22	24	30,5	38

Для подтверждения достоверности полученных результатов нами были спроектированы и изготовлены образцы с выпуклым и впалым рельефом различного размера и формы (криволинейный и с прямыми углами). Чертежи, по которым были выполнены деревянные модели, а также сами модели и образцы представлены на рис. 5. При изготовлении образцов использовали песчано-глинистые формы. Материал для их изготовления был подобран таким образом, чтобы добиться определенной степени шероховатости с целью получить параметры фактуры, максимально близкие к расчетным [3]. Полученные образцы оценивались визуально, также был произведен расчет степени отклонения размеров элементов рельефа различной формы от размеров соответствующих элементов модели. Схема определения отклонения размеров представлена на рис. 6.

В результате установлено, что расчетное соотношение полностью соответствует визуальному восприятию, однако, что касается расчетных отклонений, было получено, что даже в тех случаях, когда рельеф визуально воспринимается как качественный, его отклонение от запланированных размеров превышает в среднем на 8–12 %. Это означает, что при использовании установленных соотношений между величиной рельефа и размером микроискажения фактуры можно добиться хорошего визуального эффекта даже в том случае, когда величина элементов, формирующих фактуру, достаточно большая.



Рис. 5. Чертежи моделей и образцы для проведения оценки рельефа

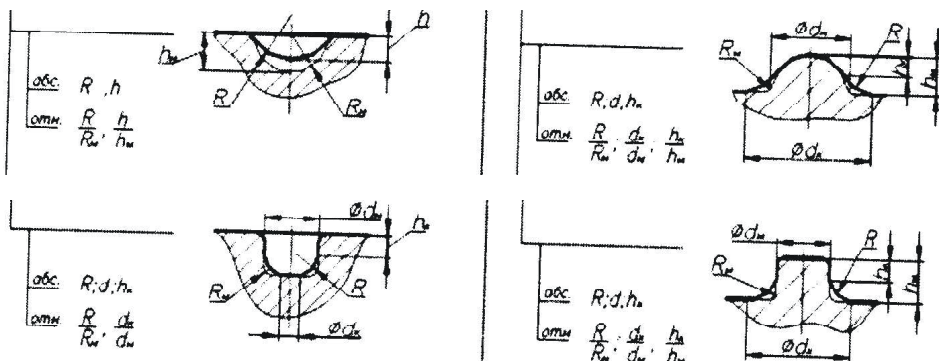


Рис. 6. Схема определения отклонения размеров

Таким образом, в результате проделанной работы установлено следующее:

– внешнее восприятие художественного рельефа на поверхности отливок из симиналов зависит от соотношения между высотой элемента рельефа и высотой микроискажений формирующих фактуру поверхности отливки, оптимальное соотношение составляет 20:1;

– минимальные и максимальные размеры микроискажений формирующих фактуру, которые могут быть получены при литье симиналов различными способами, составляют для разовых песчаных форм: 1,1; 1,2; 1,52; 1,9 мм; для графитовых кокилей: 0,6; 0,9; 1,1 мм; для металлических кокилей: 0,3; 0,5 мм;

Были разработаны формы образцов для оценки восприятия рельефа на поверхностях с различной фактурой. Рассчитаны и подтверждены на практике оптимальные соотношения между геометрическими параметрами рельефа и величиной микроискажений, формирующих фактуру.

Список литературы

1. Джонс Дж. К. Инженерное и художественное конструирование. Современные методы проектного анализа. – М.: Мир, 1976. – 250 с.

2. Умняшкин В.А., Коротаяева Н.Ф., Ившин К.С. Разработка методики дизайна художественного рельефа изделия с применением аппликационных штампов // Вестник Ижевск. гос. техн. ун-та. – 2008. – № 1. – С. 47–52.

3. Игнатова А.М. Разработка эталонов шероховатостей поверхностей каменного литья и условий их обеспечения // Вестник ПГТУ. Машиностроение, материаловедение. – Пермь, 2010. – №1. – Т. 12. – С. 50–63.

Получено 15.07.2010