



Ensuring Safety in Construction by Application of Visual and Measuring Control

Ivanov Victor Petrovich

Deputy Director for Scientific and Methodological Work of the BNTU MIPC, Ph.D., Associate Professor

Delendik Mikhail Nikolaevich

Head of the department MIPT BNTU, candidate of technical sciences, associate professor

Sarsky Andrei Stanislavovich, Gorbash Vladimir Grigorievich

Professor of MIPK BNTU, Ph.D., Associate Professor

Klevzovich Viktor Ivanovich

Associate Professor of MIPT BNTU, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Branch of the BNTU "Intersect oral Institute for Advanced Studies and Retraining of Personnel in Management and Development of Personnel of the BNTU" (MIPK BNTU) Belarusian National Technical University. Minsk, Republic of Belarus

Abstract: *The article considers the basic requirements for visual-measuring control during the construction of buildings and structures. The regulatory documents regulating this type of non-destructive testing are indicated. The devices and optical devices used in the process of performing visual-measuring control are described.*

Keywords: *life safety, non-destructive testing, visual-measuring testing, laws of optics, construction of buildings and structures, measuring instruments, defects.*

Date of Submission: 26-4-2022

Date of Acceptance: 25-5-2022

Всем хорошо известно, что строительство является отраслью, обеспечивающей безопасность жизнедеятельности и эффективное развитие общества. В последние четверть века в строительной индустрии наблюдается новая волна технологических изменений, усиливающая роль инноваций, создается новая технологическая база, основанная на использовании цифровых технологий, искусственного интеллекта, в том числе и в области контроля качества. Но какие бы изменения в строительной отрасли не происходили, по-прежнему, одним из наиболее эффективных и распространенных видов контроля качества, в значительной степени обеспечивающим любой строительный процесс, остается визуально-измерительный метод контроля (ВИК). Его осуществление не приводит к образованию дефектов в процессе контроля, а широкое использование объясняется доступностью и высокой производительностью при относительно низком уровне затрат, так как ВИК это единственный вид неразрушающего контроля (НК, NDT), который может быть выполнен без сложного оборудования с использованием простейших измерительных средств. При этом, по

требованию технических нормативных правовых актов, регламентирующих разные сферы жизнедеятельности человека, визуально-измерительный метод всегда должен предшествовать другим видам неразрушающего контроля.

Учитывая, что в ряде нормативных документов по неразрушающему контролю нет единообразия и четкого представления о видах и методах контроля, следует напомнить, что в настоящее время действует ГОСТ [1], согласно которому существует девять видов неразрушающего контроля, в то время как методов контроля на практике используется несколько сотен. При таком разнообразии методов и реализующих их средств неразрушающего контроля необходим тщательный анализ для выбора наиболее эффективных и экономичных.

Все дефекты объектов и изделий подразделяются на две большие группы - поверхностные и внутренние. Для выявления внутренних дефектов широко используются ультразвуковой и радиографический. Эти методы требуют применения дорогостоящей аппаратуры и предъявляют особые требования к персоналу.

Для выявления поверхностных дефектов широко используется визуально-измерительный метод контроля [2-5]. При его осуществлении применяются простейшие измерительные средства - линейка, рулетка, универсальный шаблон сварщика, штангенциркуль и др. Для расширения естественных возможностей глаза человека при этом методе контроле используют оптические приборы, такие как лупы просмотровые и лупы измерительные, микроскопы. С их помощью можно обнаружить трещины, поры, свищи, подрезы, коррозионные поражения и другие дефекты. Для контроля участков конструкций, узлов и объектов, которые недоступны обычному осмотру используют эндоскопы, созданные на базе волоконной оптики, а также видеоскопы, имеющие на торце щупа видеокамеру с подсветкой. Кроме того, применяются приборы, снабженные лазерными сканерами и камерой высокого разрешения, позволяющие получать качественное трехмерное изображение исследуемого объекта. После создания трехмерной цифровой модели объекта, автоматически проводится сравнение со встроенными шаблонами. На экране прибора отображается дополнительная информация, позволяющая определить параметры дефектов.

Физической основой визуального контроля являются законы прямолинейного распространения света, закон независимости световых лучей, и закон прохождения света через границу двух прозрачных веществ. Свет, падающий на такую границу, разделяется на два луча - отраженный и преломленный. Направления этих лучей определяются законами отражения и преломления. Закон отражения гласит, что отраженный луч лежит в одной плоскости с падающим лучом и нормалью, восстановленной в точке падения. Угол падения равен углу отражения. Согласно закону преломления, преломленный луч лежит в той же плоскости, что и отраженный, а углы падения и преломления подчиняются закону Снеллиуса (синус угла падения относится к синусу угла преломления как скорости распространения света в этих средах, т.е. является показателем преломления второй среды относительно первой). Следует отметить, что при визуальном контроле в строительстве мы в основном имеем дело с непрозрачными телами, а о законе преломления вспоминаем лишь тогда, когда используем оптические инструменты, такие как лупы, эндоскопы, плоскопараллельные пластины и зеркала.

Основные требования к условиям и методике проведения визуального измерительного контроля изложены в соответствующих стандартах. Для качественного проведения контроля следует предварительно составлять технологические карты, в которых необходимо описывать все вопросы, начиная от документов, которые при этом используются, условий проведения контроля, подготовки к нему, используемых при измерениях инструментов, сведения о допустимых и недопустимых дефектах.

Допустимые и недопустимые дефекты визуально-измерительного контроля строительных объектов определяют согласно требованиям документов [6-8].

При визуально-измерительном контроле определяют трещины в конструкциях сколы бетона, каверны, раковины, повреждения защитного слоя бетона, выявляются участки бетона с изменением его цвета, оголение арматуры, зоны повреждения арматуры, закладных деталей, сварных швов, несоответствие площадок опирания сборных конструкций проектным требованиям, прогибы, относительная величина которых превышает значения, установленные требованиями нормативных документов. Также фиксируются искривления элементов металлоконструкций, отсутствие отдельных элементов, их коррозия, не предусмотренные проектной документацией отверстия и вырезы, ослабление болтов и заклепок, повреждение сечений элементов и узлов деревянных конструкций; и другие видимые дефекты [9].

Визуальный осмотр, как эффективный метод контроля, также очень важен при расследовании различных аварий и инцидентов, в том числе при производстве строительно-монтажных работ. При этом, в случаях с обследованиями металлических конструкций или металлических элементов, входящих в состав строительных конструкций, наряду с другими дефектами важно проводить тщательный анализ изломов. Указанный анализ позволяет по характеру излома судить о виде и особенностях разрушения. Наглядно возможные виды изломов металла представлены на фото (рис. 1).

При этом есть важные рекомендации по работе с изломами. Так, в соответствии с [10], во время очистки и осмотра излома необходимо соблюдать следующие правила: не следует удалять с поверхности излома неплотно прилегающие фрагменты; не пытаться сложить вместе части разрушенного элемента (детали); не протирать излом ветошью и щётками; если излом не покрыт слоем смазки и грязи, то лучше его рассмотреть, не промывая; необходимо внимательно осмотреть две части.



Рис. 1. Виды изломов металла:

вязкий, смешанный с преобладанием вязкого, смешанный с преобладанием хрупкого, хрупкий излом (слева направо).

Таким образом, говоря о таком доступном и имеющем широкое применение методе, как визуально-измерительный контроль, мы должны учитывать, что при всей кажущейся простоте он является весьма сложным. Применение этого метода контроля без специальной подготовки персонала может привести к противоположному результату. Пропущенные при диагностике недопустимые дефекты, как правило приводят к опасным последствиям уже на стадии эксплуатации зданий и сооружений.

Достоверность результатов ВИК в строительстве в значительной степени определяется профессиональными компетенциями участвующих в этом процессе специалистов и экспертов. Выполнять контроль должны обученные и сертифицированные специалисты в соответствии [11]. Филиал БНТУ «Межотраслевой институт повышения квалификации и переподготовки кадров по менеджменту и развитию персонала БНТУ» на протяжении десятилетий успешно проводит обучение специалистов в области визуально-измерительного контроля, в том числе для строительного комплекса Республики Беларусь, что подтверждается их дальнейшей успешной сертификацией.

Литература

1. ГОСТ 18353-79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов.
2. СТБ ЕН 970-2003. Контроль неразрушающий сварных соединений. Визуальный метод.
3. СТБ 1133-98. Метод контроля внешним осмотром и измерениями Общие требования. Соединения сварные.
4. ГОСТ 23479-79. Контроль неразрушающий. Методы оптического вида. Общие требования.
5. РД03-606-2003. Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
6. ТКП 45-5.04-121-2009 (02250). Стальные строительные конструкции. Правила изготовления.
7. ТКП 45-1.03-236-2011 (02250). Строительно-монтажные работы.
8. ТКП 45-1.04-37-2008 (02250) Обследование строительных конструкций зданий и сооружений.
9. ГОСТ Р 50.05.08-2018. Оценка соответствия в форме контроля. Унифицированные методики. Визуальный и измерительный контроль.
10. Механическое оборудование: техническое обслуживание и ремонт / В.И.Бобровицкий, В.А.Сидоров. – Донецк: Юго-Восток, 2011. – 238 с.
11. СТБ ISO 9712-2016. Неразрушающий контроль. Квалификация и сертификация персонала в области неразрушающего контроля.