

***Инструкция по применению набора  
дефектоскопических материалов серии  
SPOTCHECK компании MAGNAFLUX a Division of  
ITW для капиллярного контроля.***



## **КАПИЛЛЯРНЫЙ КОНТРОЛЬ**

*Капиллярный контроль (КК) — метод неразрушающего контроля, основанный на капиллярном проникновении индикаторных жидкостей (пенетрантов) в открытые полости поверхностных и сквозных несплошностей материала объекта контроля.*

Принцип неразрушающего КК основан на капиллярном проникновении внутрь дефекта индикаторной жидкости. КК предназначен для выявления дефектов, имеющих выход на поверхность объекта контроля. Данный метод пригоден для выявления несплошностей с поперечным размером 0,1 - 500 мкм, в том числе сквозных, на поверхности черных и цветных металлов, сплавов, керамики, стекла и т.п. По совокупности качеств: возможности выявления микроскопических дефектов на поверхности, недоступных другим методам НК, стоимости контроля единицы площади изделия, простоте, отсутствию сложной аппаратуры, портативности и мобильности - капиллярный метод превосходит все другие. Наиболее часто используемой упаковкой являются удобные, герметичные аэрозольные баллончики. При использовании такой упаковки отпадает необходимость в использовании кисти, нет угрозы разлива или перерасхода материала, упаковка удобна для хранения и применения.

## **ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ**

Капиллярный контроль — один из наиболее широко используемых в промышленности методов неразрушающего контроля. Его применяют для обнаружения невидимых или слабо видимых невооруженным глазом поверхностных дефектов в объектах любых размеров и форм, изготовленных из металлических или любых других твердых непористых материалов. Этот метод позволяет выявлять дефекты производственно-технологического и эксплуатационного происхождения, любой геометрии размером около 1 мкм и более.

## **ПРЕИМУЩЕСТВА КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ**

1. Высокая чувствительность обнаружения .
2. Возможность применения разных методик с различной чувствительностью .
3. Проверка деталей сложной геометрической формы .
4. Широкий спектр контролируемых материалов .
5. Высокая достоверность и воспроизводимость результатов.
6. Простота выполнения при выборочном контроле .
7. Высокая производительность при поточном контроле (Использование в линиях для капиллярного контроля типа ZA28,ZA37,ZA915)

## **Процесс капиллярного контроля состоит из нескольких этапов :**

Предварительная очистка поверхности объекта контроля ,нанесение пенетранта, на контролируемую поверхность ,удаление излишков пенетранта с поверхности и проявление индикаций. При проведении капиллярного контроля используют комплект дефектоскопических материалов, включающий: пенетрант , очиститель, проявитель.

Индикаторный пенетрант бывает двух видов водосмываемый SKL-WP2 и постэмульгируемый (удаляемый очистителем) SKL-SP2 , SKL-LT (низкотемпературный) . Наибольшее влияние на качество контроля оказывают две операции: удаление избытков пенетранта и нанесение проявителя .

Индикаторный пенетрант проникает в поверхностные несплошности и остается там, в то время как излишек пенетранта удаляется с поверхности объекта контроля с помощью очистителя SKC-S.

После этого индикаторный пенетрант, оставшийся в несплошности, извлекается оттуда наносимым на поверхность проявителем, содержащим белое пигментное вещество с образованием индикаторного рисунка, который заметен гораздо лучше, чем несплошность. Таким образом, в результате проведения цветного контроля дефекты обнаруживаются в виде ярких красных индикаторных линий на белом фоне. Процессу контроля должна предшествовать стадия подготовки поверхности с использованием процедур очистки . Проявившиеся индикации должны быть верно оценены, а контролируемые детали после завершения контроля полностью очищены от остатков дефектоскопических материалов .

## **Применение набора для капиллярного контроля серии Spotcheck**

Пенетрант равномерно наносится на поверхность объекта контроля. Благодаря особым качествам, которые обеспечиваются подбором определенных физических свойств пенетранта: поверхностного натяжения, вязкости, плотности, он, под действием капиллярных сил, проникает в мельчайшие дефекты, имеющие выход на поверхность объекта контроля.

Проявитель , наносимый на поверхность объекта контроля через некоторое время после осторожного удаления с поверхности излишков пенетранта за счет сорбционных явлений “вытягивает” оставшийся в дефекте пенетрант на поверхность объекта контроля. Имеющиеся дефекты видны более контрастно. Индикаторные следы в виде линий указывают на трещины или царапины, отдельные точки - на поры.

Гладкие поверхности, созданные чистовыми режущими инструментами, обеспечивают наилучшие результаты контроля. К таким относятся поверхности полученные шлифованием, механической и пескоструйной обработкой. Дробеструйная обработка, полирование и т.п., которые имеют тенденцию к затиранию и скрытию поверхностных отверстий дают чистовую отделку, показывающую плохие результаты, в особенности у мягких металлов. На поверхностях должны отсутствовать посторонние материалы и лакокрасочные покрытия, препятствующие раскрытию дефектов и удерживающие пенетрант. Консистентные смазки, масла и т.п. препятствуют проникновению пенетранта и подлежат удалению путем очистки керосином, лигроином, минеральными спиртами или обезжиривают паром. Окалина, песок, грязь и т.п. удерживают пенетрант и мешают его последующему удалению. Поверхность требует предварительной очистки с помощью проволочной щетки или аналогичного средства. С проверяемых участков следует удалить лакокрасочное покрытие для получения наиболее достоверных результатов.

	<p><b>1. Предварительная очистка</b> – перед нанесением пенетранта предварительной очистки нанесите очиститель SKC-S на проверяемую поверхность детали. Оставьте чистящее средство на поверхности в течение некоторого времени для растворения грязи или пленки. Насухо вытрите поверхность чистой тканью. При необходимости следует повторить процедуру. После окончательной протирки поверхности, выделяйте достаточно времени для высыхания очистителя, попавшего в поверхностные несплошности. Очиститель должен полностью улетучиться из поверхностных несплошностей перед применением пенетранта. Промежуток времени между окончанием подготовки поверхности и нанесением пенетранта не должен превышать 30 мин. В течение этого срока нужно исключить возможность конденсации атмосферной влаги на контролируемой поверхности, а также попадание на нее различных жидкостей и загрязнений. Поверхность следует очищать в тот же день, в который проводится ее проверка.</p>
	<p><b>2. Нанесение пенетранта</b> – Нанесите пенетрант на очищенную и высушенную поверхность проверяемой детали так, чтобы зона контроля была полностью им покрыта. Пенетрант должен наноситься обильно, но без сильных подтеков. На наклонных и вертикальных поверхностях, по мере стекания, производится дополнительное их смачивание пенетрантом. В течение времени выдержки, высыхание пенетранта не допускается. В случае если пенетрант собирается в капли, то необходимо повторно очистить поверхность с помощью чистящего средства. Оставьте пенетрант на поверхности детали в течение некоторого времени. Если температура окружающей среды ниже 12°C, то время необходимое для впитывания пенетранта, должно быть увеличено до 15-20 мин. Если температура поверхности выше 45°C, время, необходимое для впитывания пенетранта, может быть уменьшено. При температуре поверхности выше 80°C это время составляет около 1 мин. При еще более высоких температурах поверхностей нужно использовать высокотемпературные наборы материалов для капиллярной дефектоскопии. Наиболее эффективное время проникновения определяется опытным путем для каждой конкретной детали. Более длительное время проникновения не влияет на получаемые результаты.</p>
	<p><b>3. Удаление излишков пенетранта</b> – По истечении времени проникновения следует начисто вытереть поверхность чистой салфеткой или безворсовой тканью. При необходимости следует повторно протереть поверхность. Некоторые поверхности достаточно протереть один раз. Однако необходимо удалить излишек пенетранта с проверяемой поверхности с помощью чистой ткани смоченной чистящим средством. <i>Ни в коем случае не следует промывать поверхность чистящим средством, так как это может привести к вымыванию пенетранта из дефекта и понижению чувствительности.</i> Следует повторять данную процедуру до полного удаления излишков пенетранта. На этой стадии ни в коем случае не распыляйте очиститель прямо на контролируемую поверхность. При использовании водосмываемого пенетранта допускается промывка деталей водяным душем. Однако должны быть соблюдены несколько условий: - температура воды для промывки 10-38°C, давление не более 276 кПа (40 пси), душевая насадка должна быть минимум в 30 см. от поверхности детали и направляться под углом к ней в диапазоне между 45 и 70 градусами. После удаления пенетранта поверхность подвергается кратковременной сушке посредством выдержки на воздухе. Длительная сушка или высокая температура не рекомендуется, так как это способствует высыханию и испарению пенетранта из полостей дефектов.</p>

	<p><b>4. Проявление – ВАЖНО:</b> Проявитель следует наносить на контролируемую поверхность сразу после сушки. Перед нанесением энергично потрясите аэрозольный баллон течение 2-3 минут для восстановления взвешенного состояния частиц белого пигмента. При достаточном перемешивании будет хорошо слышен стук перемешивающих шариков. Равномерным слоем, стараясь лишь немного скрыть поверхность, нанесите проявитель Spotcheck на проверяемую поверхность детали. Слой должен быть слегка влажным, чтобы проявитель мог извлечь пенетрант, находящийся в полости дефектов на поверхность для наблюдения. Образовавшийся слой проявителя должен засохнуть в виде равномерного белого покрытия (пленки). Избыток проявителя скроет индикаторные рисунки дефектов. При напылении проявителя держите баллон на расстоянии 20-30 см. от поверхности и обрабатывайте поверхность частями по 15-20 см. длиной. Дайте проявителю высохнуть. Следует наблюдать за проявлением крупных трещин. Может потребоваться несколько минут для проявления мелких трещин. Лучше нанести два или три тонких слоя проявителя, чем один толстый.</p>
	<p><b>5. Осмотр</b> – Индикаторные следы дефектов (если таковые имеются) проявятся, как только проявитель высохнет, однако рекомендуется выждать 5 мин. дополнительно, чтобы они проявились полностью для более точного визуального обследования и интерпретации результатов. Окончательный контроль производится через 15-20 мин. Интенсивность окраски говорит о глубине дефекта, чем бледнее окраска, тем дефект мельче. Интенсивную окраску имеют глубокие трещины. После проведения контроля проявитель удаляется водой или очистителем. Дефекты будут маркированы яркой цветовой индикацией. Линия или прерывистая линия означают наличие трещины, заката, заковки или холодного заворота корки. Если дефекты широкие и глубокие, то индикаторный рисунок будет интенсивным и широким. Индикаторный рисунок пористости, утяжки, расслоений и подтеков будет в виде точек или местных участков окрашенных цветом. Если дефект крупный и обширный, то индикаторный рисунок также будет интенсивным и широким.</p>

## **Применение набора SPOTCHECK в условиях низких температур.**

**Для проведения капиллярного контроля при низких температурах используйте новый продукт компании Magnaflux – низкотемпературный пенетрант Spotcheck SKL-LT**

Холодная погода усложняет выполнение технологического процесса капиллярного контроля из-за конденсации влаги на холодной поверхности, задерживает проникновение пенетранта, замедляет скорость высыхания проявителя и снижает давление в баллоне-распылителе. Чтобы устранить эти затруднения, советуем Вам предпринять следующие шаги.

1. При наличии конденсата, протрите поверхность насухо и, если это возможно, нагрейте поверхность каким либо нагревательным прибором. Допускается нагревание горячим воздухом с температурой не выше 50°C.
2. Продлите время выдержки пенетранта до 30 мин.
3. Разбрызгивайте проявитель с большего, чем обычно расстояния, так, чтобы он попадал на поверхность скорее сухим, чем влажным.
4. По возможности, держите аэрозольные баллоны в тепле, особенно проявитель.

## **Рекомендации по применению аэрозольных баллонов.**

1. Тщательно встряхивайте аэрозольные баллоны непосредственно перед использованием, пока не услышите, что шарики, способствующие перемешиванию, стучат свободно.
2. Держите баллон на расстоянии 20-30см. от поверхности.
3. Чтобы напыляемый слой сделать ровным и гладким, начните работать аэрозольным баллоном на области, соседней с исследуемой.
4. Производите распыление поперек исследуемой поверхности с постоянной медленной скоростью.
5. Все аэрозольные баллоны подвержены влиянию температурных изменений. Давление в таком баллоне понижается при низких температурах и повышается при высоких. Температуры ниже +7°C могут привести к снижению давления ниже требуемого.

## ВРЕМЯ ПРОНИКНОВЕНИЯ ПЕНЕТРАНТА SPOTCHECK

Контактное время в минутах применительно к конкретным условиям следует устанавливать опытным путем, поэтому рекомендуемые ниже значения времени являются приблизительными.

ВИД	ТИП ДЕФЕКТА	МАТЕРИАЛЫ						
		Алюминий	Магний	Стали	Латунь/ Бронза	Режущие инструменты	Стекло	Пластмассы
Отливки	Усадочная трещина	10 мин	10 мин	20 мин	10 мин			10 мин
	Пора	10 мин	10 мин	20 мин	10 мин			
	Холодный спай	10 мин	10 мин	20 мин	15 мин			
Поковка	Трещины	20 мин	20 мин	25 мин	20 мин	20 мин		
	Плены	20 мин	20 мин	25 мин	20 мин			
Сварные швы	Трещины	20 мин	20 мин	30 мин	20 мин			10 мин
	Непровар	20 мин	20 мин	30 мин	20 мин			10 мин
	Поры	20 мин	20 мин	30 мин	20 мин			10 мин
Паянные соединения	Трещины				20 мин			
	Поры				20 мин			
Прочие формы	Усталостные трещины	20 мин	20 мин	30 мин	20 мин	30 мин	20 мин	10 мин
	Сквозные повреждения	20 мин	20 мин	20 мин	20 мин	20 мин	20 мин	20 мин

### ПРИМЕРНЫЙ РАСХОД ПЕНЕТРАНТОВ

Наименование материала	Охват обрабатываемой площади: (приблизительно)
Пенетрант SKL-WP2	1 литр на 20-28 м <sup>2</sup> 1 аэрозоль на 12-16 м <sup>2</sup>
Пенетрант SKL-SP2	1 литр на 20-28 м <sup>2</sup> 1 аэрозоль на 12-16 м <sup>2</sup>
Пенетрант SKL-LT	
Проявитель SKD-S2 для пенетранта Spotcheck (проявители на безводной основе).	1 литр на 15-18 м <sup>2</sup> 1 аэрозоль на 4-5 м <sup>2</sup>
Очиститель SKC-S Spotcheck на основе растворителя.	Зависит от степени загрязнения поверхности.

## СЕРТИФИКАЦИЯ ПЕНЕТРАНТА SPOTCHECK:

Цветные пенетранты серии SPOTCHECK производства фирмы MAGNAFLUX давно и широко известны на мировом рынке. Эта продукция отличается высоким потребительским качеством и отвечает стандартам:

MIL-STD-2132, NAVSEA T9074-AS-GIB-010/271, AECL, AMS-2644, ASME B & PV Code, Sec. V, ASTM 1417, Boeing BAC 5423 PSD 6-46, General Electric P50YP107, Boeing PS-21202, NAVSEA 250-1500-1, СГР RU 67 CO.01.008.E.005735.07.12, СГР RU.67.CO.01.008.E.005921.08.12, СГР RU.CO.01.008.E.005641.07.12

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

<b>SKL-WP2</b> Темный красный водосмываемый пенетрант. Используется при контроле шероховатых отливок, жестких сварных швов и других изделий с грубой поверхностью. (СГР RU 67 CO.01.008.E.005735.07.12)	Температура вспышки (PMCC)	>93°C
	Вязкость при 20°C	10.0 сСт
	Удельный вес	0.99
<b>SKL-SP2</b> Ярко-красный пенетрант. Удаляется растворителем или водой с использованием эмульгатора. Применяется при контроле отливок, кованных изделий, сварных конструкций и других изделий с гладкой поверхностью. (СГР RU 67 CO.01.008.E.005735.07.12)	Температура вспышки (PMCC)	>93°C
	Вязкость при 20°C	3.2 сСт
	Удельный вес	0.85
<b>SKL-LT</b> Ярко-красный низкотемпературный пенетрант. Удаляется растворителем или водой с использованием эмульгатора. Применяется при контроле отливок, кованных изделий, сварных конструкций и других изделий с гладкой поверхностью при низких температурах (до -15°C). Поставляется в канистрах объемом 5 л. (СГР RU.77.01.34.008.E.002166.03.13)		
<b>SKD-S2</b> Суспензия из белого мелкодисперсного проявителя в органическом, не содержащем галогены растворителе. Перед употреблением необходимо тщательно перемешивать. Рекомендуемый способ нанесения – распыление. (СГР RU.67.CO.01.008.E.005921.08.12)	Температура вспышки (PMCC)	1°C
	Удельный вес	0.92
<b>SKC-S</b> Очиститель на основе легколетучего нефтяного дистиллята. Используется для удаления избыточного пенетранта с поверхности. Его можно использовать также для предварительной очистки поверхности перед контролем. (СГР RU.CO.01.008.E.005641.07.12)	Температура вспышки (PMCC)	7°C
	Вязкость при 20°C	1,0 сСт
	Удельный вес	0.72