

# МЕТОД И СИСТЕМА ЗА АВТОМАТИЗИРАН ДИГИТАЛЕН КОНТРОЛ НА ПОВЪРХНОСТНИ ДЕФЕКТИ НА УПЛЪТНИТЕЛНИ ПОЛИМЕРНИ ПРЪСТЕНИ НА TRELLEBORG SEALING SOLUTIONS HELSINGOR ДАНИЯ

METHOD AND SYSTEM FOR AUTOMATED DIGITAL CONTROL (CRACK DETECTION) OF SURFACE DEFECTS IN POLYMER SEALS PRODUCED BY TRELLEBORG SEALING SOLUTIONS HELSINGOR DANEMARK

МЕТОД И СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ДИГИТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ КОЛЕЦ TRELLEBORG SEALING SOLUTIONS HELSINGOR ДАНИЯ

инж. Василев Й.В., MSc  
Trelleborg Sealing Solutions България ЕООД, София  
E-mail: [yordan.vassilev@trelleborg.com](mailto:yordan.vassilev@trelleborg.com)

**Abstract:** *The Study aims at principle design solution for the real practical need of a method and high quality and reliable system for a permanent digital control of surface defects in polymer seals, produced by Trelleborg Sealing Solutions Helsingor Denmark*

**KEYWORDS:** SEALING SOLUTIONS, SURFACE DEFECTS, AUTOMATED CRACK DETECTION, AUTOMATIC DIGITAL CONTROL, QUALITY CONTROL

## 1. Увод

Trelleborg Sealing Solutions Helsingor (TSSH) Дания е перла в короната на корпоративната мегасистема TRELLEBORG и световен лидер в областта на производството на уплътнителни пръстени с изключително качество за стратегически и конвенционални сфери на глобалната икономика, адекватни на фирмената визия и посланието: „Малките детайли за грандиозни проекти” [2,3].

Качеството на продукцията е задача от първостепенна важност за Trelleborg Helsingor, чиито производствени възможности са сертифицирани по различни международни стандарти, включително по ISO 9001 от 2000 г. и ISO/TS 16949 от 2002 г. Концентрацията на изключителни знания в областта на тефлонните и еластомерните композити позволява предлагане, далеч пред конкуренцията, на нови генерации фирмени материали, работещи в широк температурен диапазон – от криогенните до +325°C – и притежаващи при това универсална химическа устойчивост. Създадена е уникална гама от термопластични и полиуретанови материали – чудо, вкл. и на базата на тефлон: HiMod, Isolast, Luytex, Orkot, Turcite, Turcon и Zurkon, носещи без изключение знака ® на регистрираната търговска марка и на защитената интелектуална собственост.

Trelleborg Helsingor се представя с изобретяването и разработването на впечатляваща по разнообразие и големина палитра от уплътняващи изделия за автомобилно-и тракторостроенето, самолетостроенето, двигателостроенето, хидросистемите и хидрозадвижванията, енергетичните системи, нефтодобива, конвенционалното машиностроене, строителството и много други стратегически, универсални и специализирани производства. TSSST носи с достойнство първенството и отговорността за разработка на преобладаващата част PTFE технологии за уплътнения, реализирани в патентованите търговски марки: AQ-Seal, Double Delta, Glyd Ring, Stepseal 2K и Variseal, като се стигне до металческите пръстени с кръгло сечение Wills Rings.

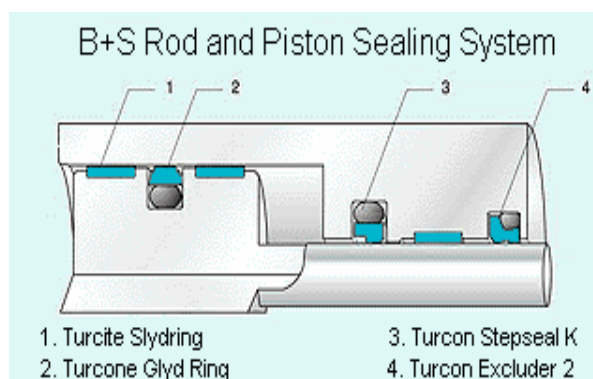
Практически около 99,9% от продуктите с марка Trelleborg Helsingor, създадени в условията на перфектно действаща система за управление на качеството, удовлетворяват и най-високите изисквания за качество и надеждност. Но като се отчита огромния брой на действително произвежданите пръстени и високоотговорната им функция, престижът на TSSST е ангажиран от задължаващото предизвикателство да гарантира

на 100% качеството на своите продукти още в рамките на производствения цикъл.

## 2. Предпоставка и начин за решаване на проблема

### 2.1. Дефиниране на проблем за решаване

Практиката показва, че най-често използваните уплътнителни пръстени са: Wearing; Glydring; Stepseal; Scrapers. Типичен пример за местоприложението им представлява класическият хидравличен цилиндър с бутало (плунжер) и прът-две характерни по диаметър части, всяка една от които има своя специфика за уплътняване. На фиг.1 е изобразено такова решение с използването на четири вида уплътнителни пръстени.



фиг. 1. Принципова схема за уплътняване на бутало (плунжер) и прът като основни конструктивни части на хидросилов цилиндър с използване на четири вида уплътняващи пръстени (1,2,3,4)

При всички полимерни пръстени могат да бъдат наблюдавани няколко типа дефекти:

1. Повърхнинни дефекти в материала – възникват в резултат на случайни отклонения в производствения (технологичния) процес в две характерни разновидности (фиг.2):

- Вдлъбнатини, дракотини (Cracks) с различна форма и дълбочина.
- Локална промяна в цвета.

- Дефекти във формата – в ортогоналността (успоредността /перпендикулярността), ъглите, ръбовете.
- Отклонения от номиналните или стандартните размери.



фиг. 2. Уплътнителен пръстен с четири различни по форма и дълбочина драскотини и с локална промяна в оцветяването на материала

Основно изискване за установяване на ефективен визуален качествен контрол е, че при наличие на един само дефект, независимо от характера му, уплътнителният пръстен подлежи на бракуване.

### 2.2. Цел и задачи на изследването

Проблемът, който възниква и подлежи на решаване, се свежда до търсене на метод за визуално идентифициране на регламентирани дефекти от горепосочените типове, а като се отчитат недопустими отклонения при допустими грешки, да се вземе и изпълни решение за бракуване и отстраняване на дефектните пръстени.

Въз основа на обоснования визуален метод трябва да се предложи целесъобразно конструктивно решение на работна система за непрекъснат визуално-дигитален контрол, базиращ се на оригинален специализиран програмен продукт.

Задачи на изследването:

- Обосновка на визуален компютърен метод за автоматизиран контрол за регистриране на повърхностни дефекти (crack detection) в полимерни уплътнителни пръстени, вкл. от тефлон.
- Проектиране на контролна система за автоматизиран визуален контрол.
- Адаптиране на вече реализиран авторски програмен продукт за регистриране на повърхностни дефекти (crack detection) към контролната система за автоматизиран визуално-дигитален контрол [5].

### 2.3. Методика на изследването

Изследването е проведено в периода 2000-2001г. в Brunel University of West London с изграждане и експериментиране на опитна лабораторна уредба от стационарен тип (при неподвижни уплътнителни пръстени). (фиг.3):



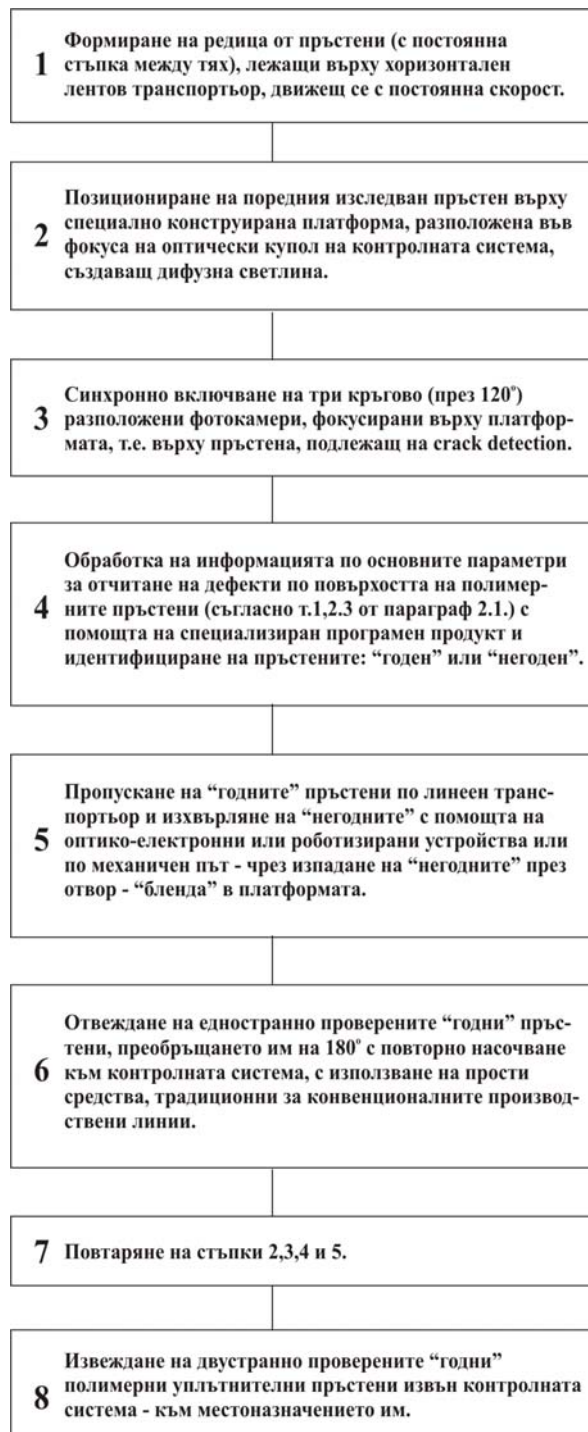
фиг.3. Стационарна опитна лабораторна уредба за автоматизиран визуален контрол (crack detection) на повърхностни дефекти

С помощта на тази опитна уредба са решени две базови задачи:

- Апробация на метода за автоматизиран визуален контрол за регистриране на повърхностни дефекти (automated crack detection) в полимерни уплътнителни пръстени.
- Провеждане на експериментални изследвания с последваща обработка на опитните данни и разработване на специализиран авторски програмен продукт, докладван и публикуван през 2001 г. на CompSysTech'2001 в София [5].

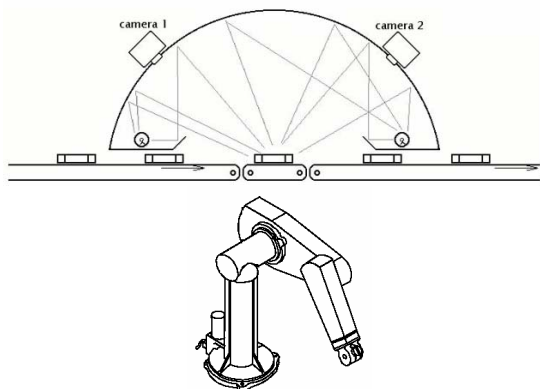
### 3. Решение на проучения проблем

#### 3.1. Алгоритмично представяне на метода



Фиг. 4. Алгоритъм за осъществяване на метода за непрекъснат автоматизиран визуално-дигитален контрол на дефекти на уплътнителни полимерни пръстени.

### 3.2. Принципно устройство на контролната система за crack detection



фиг.5. Принципна схема на система за автоматизиран контрол на повърхностни дефекти (crack detection) на полимерни уплътнителни пръстени

Предложената принципна схема за контролна система е само едно от множеството възможни конструктивни решения. То реализира с достатъчно приближение идеята на метода, представен в алгоритмичен вид на фиг.4.

С това задачите на идейния проект са изпълнени, а поставената цел – предлагане на метод и синтез на търсещо принципно решение на система за контрол на дефекти по повърхността на полимерни уплътнителни пръстени – е изпълнена.

### 4. Резултати и дискусии

Последвалите във времето анализи и дискусии показват, че изследването дава отговори на някои очаквания, но поставя нови принципни проблеми, чието преодоляване се оказва много сложно и трудно. Естествено, те излизат извън границите на конкретното проучване.

Проблемите и трудностите се крият не толкова в конструктивното изпълнение, колкото в обективно сложните дебати на проблематиката, свързана с философията за ефективен контрол на качеството. Така например, ако приемем като верни и добре дефинирани критериите за типизация на дефектите по повърхността на уплътнителните полимерни пръстени, посочени в т.1,2,3 на параграф 2.1., съжденията ни могат да бъдат обогатени с нови и важни факти и идеи:

- Анализът на основни идеи и резултати в дисертацията, посветена на процесите при уплътняване и триене в хидравлични системи [4] показва колко задълбочено може да се подходи само по отношение на дефекти във формата и размерите на уплътнителните пръстени.

- Анализът на основни идеи и резултати от дисертацията, посветена на идентифициране на цветови аномалии в болни царевични семена [1] показва колко задълбочено може да се третира и решават задачи по дефектиране на локални промени в цвета на полимерните уплътнителни пръстени.

### 5. Заключение

Дори опростените рамки, в които са разглеждани и решавани дефинираните задачи, позволяват да се отбележи полезността от решаването им, още повече, че в периода след 2001-2002 г. този проблем е решен успешно в производствения процес на Trelleborg Sealing Solutions Helsingor Дания, респ. на TRELLEBORG, като са използвани и внедрени резултатите и разработките от настоящото изследване.

## 6. Литература

- [1] Драганова Ц.Д. Изследване диагностицирането на заболяването фузариоза по царевични семена чрез използване на цифрови изображения и спектрални характеристики. Автореферат към дисертация. Русенски университет „А.Кънчев”, Русе, 2007, 32с.
- [2] Корнюшенко С.И., А.С. Корнюшенко. Жесткая упругость. Уплотнения для гидроцилиндров. „Строительная техника и технологии”, СТТ 2’2007.с.152-158.
- [3] Производственный ассортимент. Промышленные уплотнения. TRELLEBORG, 52с.
- [4] Prokop H.-J. Zum Abdicht- und Reibungsverhalten von Hydrameik-Stangen-dichtungen aus Polytetrafluoräthylen. Dissertation. Universität Stuttgart, Bericht № 30, 1989, s.115
- [5] Rusev R., J.Vassilev. Automated crack detection in seals-an approach for determination of the area for inspection. CompSysTech’2001. Bulgarian Computer Science Conference-21-22.06.2001, Sofia, Bulgaria, pp.III.21-1 to III.21-5.