

# Simularea imperfecțiunilor la sudarea prin topire cap la cap cu element încălzitor plan a țevelor din PEHD

## Simulating imperfections in PEHD pipes butt fusion welding

Ing. Alin Murariu - ISIM Timișoara

### 1. Considerații generale privind simularea imperfecțiunilor la sudare

Simularea imperfecțiunilor în scopul studierii evoluției acestora în condiții diferite de solicitare este o metodă a mecanicii ruperii, prin care se evaluează comportarea în exploatare a unor structuri sudate ce conțin imperfecțiuni. Poate fi astfel estimat riscul de cedare a unor elemente componente ale structurii (riscul de producere a unor avarii), respectiv se poate aprecia durata de viață restantă a unor elemente ale structurii.

În cazul oțelurilor, în țările avansate, aplicarea conceptelor și criteriilor mecanicii ruperii în scopul evaluării structurilor sudate ce conțin defecte de execuție sau rezultate din exploatare, s-a concretizat în elaborarea unor referențiale cum ar fi de exemplu norma japoneză WES 2805:1997 [1].

Metodele de evaluare valabile pentru oțeluri nu pot fi utilizate în cazul materialelor termoplastice datorită particularităților structurale ale acestora, ce le conferă o comportare total diferită la solicitări mecanice (vâscoelasticitate) [2].

În general conductele din țevi de polietilenă se utilizează pentru transportul și distribuția apei sau a hidrocarburilor [3]. În cazul în care prin conducte sunt vehiculate substanțe periculoase, este necesar să se cunoască comportarea acestora în exploatare, în prezența imperfecțiunilor, pentru aprecierea defectului critic care conduce la cedarea structurii.

Pornind de la factorii care influențează calitatea îmbinărilor sudate la țevi din polietilenă [4, 5], lucrarea analizează modalitățile de obținere a unor îmbinări sudate ce conțin imperfecțiuni.

### 2. Program experimental de simulare a imperfecțiunilor la sudarea prin topire cap la cap cu element încălzitor plan a țevelor din PEHD

#### 2.1. Material experimental

La realizarea programului experimental, pentru simularea imperfecțiunilor s-au utilizat tronsoane de țevi din polietilenă de înaltă densitate cu lungimea minimă de  $L_{\min} = 150$  mm.

Simularea imperfecțiunilor s-a efectuat pe țevi cu diametre nominale standard mai mici de  $DN = 160$  mm. Au fost realizate astfel probe sudate din tronsoane de țevi cu următoarele tipodimensiuni:  $\phi 160 \times 14,6$  mm,  $\phi 110 \times 10$  mm, respectiv  $\phi 90 \times 8,2$  mm.

Țevile au fost debitate prin tăiere mecanică la lungimi de

### 1. Generalities on simulating imperfections when welding

The simulation of imperfections with a view to study their evolution in different loading conditions is a fracture mechanics method. It is used to evaluate the in service behaviour of some welded structures containing imperfections. In this way the failure risk of component elements in the structure can be estimated, and respectively the residual life of some components of the structure can be appreciated.

As regards steels, in advanced countries, the application of fracture mechanics concepts and criteria to evaluate the welded structure containing execution or in service defects has been materialised in the elaboration of referentials such as for example the Japanese standard WES 2805:1997[1].

The evaluation methods, valid for steels, can not be used in thermoplastic materials due to their structural peculiarities, which make them behave totally different to mechanic loading (viscoelasticity) [2].

Generally, the polyethylene pipes are used to transport and distribute water or hydrocarbons [3]. When pipes transport dangerous substances, it is necessary to know their in service behaviour, in the presence of imperfections, to appreciate the critical defect that leads to the structure failure.

Starting from factors influencing the quality of welded joints in polyethylene pipes [4,5], the work analyses the modalities to obtain some welded joints containing imperfections.

### 2. Experimental programme for simulating imperfections in PEHD pipes butt fusion welding

#### 2.1. Experimental material

When developing the experimental programme, to simulate imperfections PEHD pipe sections with the minimum length  $L_{\min} = 150$  mm were used.

The simulation of imperfections was performed on standard diameter pipes smaller than  $DN = 160$  mm. In this way samples were made out of pipe sections having the following sizes:  $\phi 160 \times 14.6$  mm,  $\phi 110 \times 10$  mm,  $\phi 90 \times 8.2$  mm, respectively.

Pipes were mechanically cut at  $L = 150 \dots 200$  mm, depending on the necessary length to be fixed in the welding equipment dies. The adjusting of surfaces to be welded was made by milling, on the welding machine[6].

L=150...200 mm, funcție de lungimea necesară pentru prinderea în bacurile echipamentului de sudare. Pentru prelucrarea suprafețelor de sudare, s-a utilizat un dispozitiv de frezare amplasat pe mașina de sudare [6].

## 2.2. Realizarea probelor sudate cu imperfecțiuni

Pentru simularea imperfecțiunilor în îmbinarea sudată s-au utilizat următoarele tehnici [7]:

- tehnica simulării imperfecțiunilor naturale pe cale tehnologică;
- tehnica implanturilor pentru simularea imperfecțiunilor naturale;
- tehnica prelucrării imperfecțiunilor artificiale.

a) Tehnica simulării imperfecțiunilor naturale pe cale tehnologică

În cazul imperfecțiunilor naturale simulate s-a utilizat metoda modificării parametrilor optimi de sudare [8, 9, 10], recomandată de producătorul țevii.

Întrucât intervenția directă asupra parametrilor de sudare a fost limitată (de echipamentul utilizat la sudare), s-a intervenit doar asupra temperaturii de încălzire și timpului de menținere a presiunii de îmbinare. S-a intervenit indirect asupra temperaturii de încălzire pe perioada de menținere a presiunii de îmbinare, prin răcirea forțată a unei zone de îmbinare cu zăpadă carbonică.

b) Tehnica implanturilor pentru simularea imperfecțiunilor naturale

În cazul imperfecțiunilor naturale simulate prin tehnica implanturilor s-a urmărit obținerea unor probe sudate din țevi de PEHD, cu imperfecțiuni tipice procedurii de sudare prin topire cap la cap cu element încălzitor plan: fisuri sau lipsă de topire cu orientarea perpendiculară pe suprafața țevii.

Imperfecțiunile volumice ce pot să apară la acest tip de îmbinare sunt porii (bule de aer poziționate la nivelul liniei de topire), suprapunerile de material (datorită îndepărtării necorespunzătoare a șpanului rezultat în procesul de prelucrare a capetelor de țevă), incluziuni de praf, nisip fin (în cazul unei protecții necorespunzătoare a zonei în care se realizează îmbinarea sudată).

Implanturile utilizate pentru simularea acestora au fost realizate din foițe de teflon sau de aluminiu care prezintă temperaturi de topire mai mari decât temperatura de sudare a polietilenei. De asemenea, pentru a induce imperfecțiuni în îmbinarea sudată, au fost utilizate bucăți de bandă adezivă sau șpan de PEHD.

Poziționarea implanturilor s-a făcut pe una din suprafețele îmbinării după încălzirea țevilor de sudat și scoaterea elementului încălzitor (pe perioada timpului de manevrare), care în acest caz s-a prelungit la peste 10 secunde.

c) Tehnica prelucrării mecanice a imperfecțiunilor artificiale

Imperfecțiunile artificiale sunt utilizate în general la calibrarea aparaturii de examinare cu ultrasunete a îmbinărilor sudate [11]. Simularea imperfecțiunilor plane pentru examinarea cu ultrasunete se face pe reflectori de tip riz sau creștătură rectangulară practică mecanic prin frezare.

Probele cu imperfecțiuni artificiale de tip găuri străpunse se realizează cu parametrii de sudare prescriși pentru tipul și dimensiunea țevilor care se sudează, imperfecțiunile artificiale obținându-se prin implanturi metalice (sârmă cu diametru și

## 2.2. Welded samples including defects

In order to simulate imperfections in the welded joint the following techniques were used [7]:

- the natural imperfections simulation technique, technologically developed;
- the implant techniques to simulate natural imperfections;
- the artificial imperfections technique.

a) The natural imperfections simulation technique, technologically developed.

In the case of simulated natural imperfections the method used was that to modify the optimum welding parameters recommended by the producer of the pipe.

As the direct intervention on the welding parameters was limited (by the equipment used when welding) only the heating temperature and the maintaining time of the joining pressure were changed. The direct intervention on the heating temperature, during the period the joining pressure is maintained, was performed through the forced cooling of the joining area using dry ice.

b) The implant technique to simulate natural imperfections

In the case of simulated natural imperfections using the implant techniques the view was to obtain some PEHD pipe welded samples, with typical defects for the butt fusion welding process: crack type defects or lack of fusion type defects perpendicularly on the pipe surface.

The volume defects that can appear at this type of joining are pores (air bubbles at the fusion line level), material overlapping (due to the non-corresponding removing of cuttings resulted in the pipe ends working process), dust inclusions, pea gravel (in the case of non-corresponding protection of the area the welded joint is made).

The implants used to simulate them were made out of polytetrafluor-ethylene or aluminium foils, which present higher fusion temperatures than the welding temperature of polyethylene. Also, to induce defects in the welded joint, pieces of adhesive strip or PEHD cuttings were used.

The implant positioning was made on one of the joining areas after heating the pipes to be welded and taking out the heating element, which in this case was extended to over 10 seconds.

c) The artificial imperfections technique

The artificial imperfections are generally used to calibrate the ultrasonic examination apparatus. [11]. The flat defect simulation for the ultrasonic examination is made on scratch type or rectangular notch worked out mechanically by milling.

Samples having artificial defects such as burn through holes are made using the prescribed welding parameters for the type and dimensions of pipes to be welded. The artificial imperfections are obtained by metallic implants (wire of known diameters and lengths:  $\phi = 1.5 \text{ mm}$ ;  $2.0 \text{ mm}$ ;  $3.0 \text{ mm}$  and the length equal with  $t$ ,  $2t$  or  $3t$ , where  $t =$  wall pipe thickness).

Before welding the pipe will be mechanically worked by turning out to obtain a channel for the implant, in the central area of the pipe section, on its whole circumference. When calculating the channel dimensions the implant diameter and the pipe shortening during the heating phase are to be taken into account.

Samples with artificial defects, such as flat bottom holes,

lungimi cunoscute:  $\phi = 1,5 \text{ mm}$ ;  $2,0 \text{ mm}$ ;  $3,0 \text{ mm}$  și lungime egală cu  $t$ ,  $2t$  sau  $3t$ , unde  $t =$  grosimea peretelui de țevă).

Înainte de sudare țeava va fi prelucrată mecanic prin strunjire pentru obținerea unui canal destinat implantului, poziționat în zona centrală a secțiunii țevii, pe întreaga circumferință a acesteia. La calcularea dimensiunilor canalului se va ține seama de diametrul implantului și de scurtarea țevii din timpul faze de încălzire.

Probele cu imperfecțiuni artificiale de tip găuri cu fund plat se realizează prin găurire mecanică sau frezare, pe țevi ce au fost în prealabil sudate utilizând parametrii de sudare corespunzător tipului și dimensiunilor acestora.

O categorie aparte de imperfecțiuni artificiale simulate o constituie imperfecțiunile practice pe epruvete extrase din țevi sau îmbinări sudate de țevi. Aceste imperfecțiuni sunt practice în scopul aprecierii influenței tipului și a dimensiunilor acestora asupra rezistenței zonelor caracteristice ale îmbinării sudate. Aceste tipuri de imperfecțiuni artificiale se simulează prin prelucrare mecanică și au diferite forme, ce sunt asimilate ca imperfecțiuni volumice sau plane.

## 3. Rezultate experimentale

### 3.1. Probe cu imperfecțiuni naturale obținute pe cale tehnologică

Analiza macroscopică a probelor sudate nu a pus în evidență fisuri la nivelul îmbinării sudate. Totuși, analiza macroscopică a evidențiat, la o parte din epruvetele analizate, prezența imperfecțiunilor geometrice ale sudurii (bavură cu lățime necorespunzătoare sau bavură ascuțită, imperfecțiuni datorate regimului de sudare experimentat), precum și imperfecțiuni plane de tip lipsă de topire.

Putem concluziona că, în cazul îmbinării cap la cap cu element încălzitor a țevilor din PEHD, fisurile la sudare nu reprezintă imperfecțiuni caracteristice, ele putând totuși apărea în condiții de sudare cu totul speciale: utilizarea regimurilor de sudare neadecvate pentru realizarea îmbinărilor disimulare sau îmbinarea unor materiale neconforme.

Experimental nu s-au evidențiat imperfecțiuni volumice obținute pe cale tehnologică.

Experimental s-a demonstrat că utilizând tehnica simulării imperfecțiunilor pe cale tehnologică pot fi relativ ușor obținute imperfecțiuni ale geometriei îmbinării sudate precum și imperfecțiuni plane de tip lipsă de topire. Astfel,

- dezaxând țevile ce se sudează, se poate obține o imperfecțiune de aliniere ca cea prezentată în (figura 1).
- utilizând o presiune de sudare prea mare, pot fi obținute imperfecțiuni de tip bavură ascuțită (figura 2).
- utilizând un timp de încălzire prea scurt, combinat cu o presiune de sudare prea mică, pot fi obținute creștături locale ale îmbinării sudate (figura 3).
- utilizând o temperatură de sudare prea mică sau o presiune de sudare prea mare se pot obține imperfecțiuni de tip lipsă de topire (figura 4).

### 3.2. Probe cu imperfecțiuni naturale obținute prin tehnica implanturilor

În cazul utilizării tehnicii implanturilor, experimental s-au putut obține atât imperfecțiuni plane cât și imperfecțiuni volumice.

are made by mechanical drilling and milling, on pipes, which were previously welded using the welding parameters corresponding to their type and dimensions.

A category apart of simulated artificial imperfections is formed by imperfections made on specimens sampled from pipes or welded joints on pipes. These imperfections are made to appreciate the influence of the type and characteristic dimensions on characteristic area resistance of welded joints. These kind of artificial imperfections are simulated by mechanical working and they have different shapes which are assimilated as volume or flat defects.

## 3. Experimental results

### 3.1. Samples with technologically obtained natural defects

The macroscopic analysis of welded samples evinced no cracks at the welded joint level. However, the macroscopic analysis evinced, for a part of the analysed specimens, geometrical imperfections of the weld (non-corresponding width seam or sharp seam, imperfections due to the experimental welding regime) as well as flat defects, the lack of fusion type.

It can be concluded that in the case PEHD pipes butt fusion welding, the cracks during the welding are not characteristic imperfections, however they can appear in totally special welding conditions: the use of non-adequate welding regimes to make dissimilar welds or to weld non-conform materials.

No volume defects obtained technologically were experimentally evinced.

Experimentally it was shown that using the defect simulation technique, technologically, geometry shape defects and flat defects, lack of fusion type could be obtained relatively easy. So,:

- an alignment defect as that presented (figure 1) can be obtained by putting the pipes eccentrically;
- sharp seam type defects can be obtained using a too high pressure (figure 2);
- local notches of welded joints can be obtained using a too short heating time combined with a too low welding pressure (figure 3);
- a lack of fusion type defect can be obtained using a too low welding temperature or a too high welding pressure (figure 4).

### 3.2. Natural defect samples obtained by implants





In case the implant technique is used, both flat and volume defects were experimentally obtained.

The lack of fusion simulation was performed both by means of Al foils (figure 5) and by using some thermoplastic materials at the interface between the components: adhesive strip (figure 6) or PEHD cuttings.

It is stipulated that superior results were obtained using an adhesive strip or PEHD cuttings. The implant made out of Al foils can be eliminated easily in the seam during the application of the welding process (figure 5).

To simulate the volume defects, good results have been obtained when using polytetrafluor-ethylene implant (figure 7), which could be included in the welded joint.





When using other materials for implants (ceramic flux, Si

	<p>Figura 1. Aspectul macroscopic al unei probe extrase dintr-o îmbinare de țevi din PEHD, sudată cap la cap cu element încălzitor, ce prezintă o imperfecțiune de aliniere  <i>Figure 1. The macroscopic aspect of a PEHD pipe sample butt fusion welded, which presents an alignment type defect</i></p>
	<p>Figura 2. Aspectul macroscopic al unei probe extrase dintr-o îmbinare de țevi din PEHD, sudată cap la cap cu element încălzitor, ce prezintă o imperfecțiune de tip bavură ascuțită  <i>Figure 2. The macroscopic aspect of a PEHD pipe sample butt fusion welded, which presents a sharp seam type defect</i></p>
	<p>Figura 3. Aspectul macroscopic al unei probe extrase dintr-o îmbinare de țevi din PEHD, sudată cap la cap cu element încălzitor, ce prezintă creștături locale ale bavurii  <i>Figure 3. The macroscopic aspect of a PEHD pipe sample butt fusion welded with, which presents seam local notches type defect</i></p>
	<p>Figura 4. Aspectul macroscopic al unei probe extrase dintr-o îmbinare de țevi din PEHD, sudată cap la cap cu element încălzitor, ce prezintă o imperfecțiune de tip lipsă de topire  <i>Figure 4. The macroscopic aspect of a PEHD pipe sample butt fusion welded, which presents a lack of fusion type defect</i></p>

Simularea lipsei de topire s-a realizat atât prin intermediul unor foițe de Al (figura 5), cât și prin utilizarea unor materiale termoplastice plasate la interfața dintre componente în timpul de manevrare: bandă adezivă (figura 6), sau bucăți de șpan de PEHD.

grains, glass, PVC tube) they were eliminated from the welded joint, or were partially expelled in the seam (figure 8).

It can be concluded that the simulation of volume defects is difficult to perform by the implant technique, the results depending on:

	<p>Figura 5. Aspectul macroscopic al unei probe extrase dintr-o îmbinare de țevi din PEHD, sudată cap la cap cu element încălzitor, ce prezintă o imperfecțiune de tip plan simulată printr-o foiță de Al plasată la interfața de separație a componentelor  <i>Figure 5. The macroscopic aspect of a PEHD pipe sample butt fusion welded, which presents a simulated flat defect by an Al foil at the interface of components</i></p>
	<p>Figura 6. Aspectul macroscopic al unei probe extrase dintr-o îmbinare de țevi din PEHD, sudată cap la cap cu element încălzitor, ce prezintă o imperfecțiune de tip plan simulată printr-o bandă adezivă plasată la interfața de separație a componentelor  <i>Figure 6. The macroscopic aspect of a PEHD pipe sample butt fusion welded, which presents a simulated flat defect by an adhesive strip at the interface of components</i></p>
	<p>Figura 7. Aspectul macroscopic al unei probe extrase dintr-o îmbinare de țevi din PEHD, sudată cap la cap cu element încălzitor, ce prezintă o imperfecțiune de tip volumic simulată printr-un implant de teflon  <i>Figure 7. The macroscopic aspect of a PEHD pipe sample butt fusion welded, which presents a simulated volume defect by a polytetrafluor-ethylene implant</i></p>
	<p>Figura 8. Aspectul macroscopic al unei probe extrase dintr-o îmbinare de țevi din PEHD, sudată cap la cap cu element încălzitor, ce prezintă o imperfecțiune de tip volumic simulată printr-un implant realizat dintr-un tub PVC  <i>Figure 8. The macroscopic aspect of a PEHD pipe sample butt fusion welded, which presents a simulated volume defect by a polytetrafluor-ethylene implant made out of a PVC tube</i></p>

Se precizează că rezultate superioare s-au obținut utilizând o bandă adezivă sau bucăți de șpan de PEHD. Implantul constituit din foițe de Al, poate fi eliminat ușor în bavură în timpul aplicării presiunii de sudare (vezi figura 5).

Pentru simularea imperfecțiunilor volumice, rezultate bune s-au obținut la utilizarea implanturilor de teflon (figura 7), care au putut fi ușor înglobate în îmbinarea sudată.

În cazul utilizării altor materiale pentru implant (flux ceramic, grăunți de Si, sticlă, tub PVC), acestea au fost eliminate din îmbinarea sudată, sau au fost expulzate parțial în bavură (figura 8).

Concluzionăm că la simularea imperfecțiunilor volumice prin metoda implanturilor, rezultatele obținute depind de:

- materialul utilizat ca implant, material ce trebuie să adere la materialul de sudat pentru a putea fi ușor înglobat în sudură;
- precizia de poziționare a implantului, ce trebuie să fie la mijlocul grosimii peretelui de țevă, pentru a reduce riscul de a fi eliminat din îmbinarea sudată. Pentru o poziționare riguroasă, implanturile pot fi introduse într-o prelucrare mecanică inițială a suprafeței componente de sudat. În acest caz însă adâncimea prelucrării trebuie corelată cu scurtarea la sudare a componentelor.

- presiunea de sudare, care, cu cât este mai mare, cu atât implantul este mai ușor eliminat prin bavură.

### 3.3. Probe cu imperfecțiuni artificiale obținute prin prelucrări mecanice

Prin tehnica prelucrării mecanice a imperfecțiunilor, experimental s-au realizat atât imperfecțiuni artificiale de tip găuri străpuse cât și imperfecțiuni tip riz (figura 9).

Se precizează că pentru eliminarea dificultăților ce pot apărea la realizarea acestor imperfecțiuni artificiale, se impune (în special în cazul țevilor cu grosimi mari), optimizarea regimului de așchiere în vederea minimizării încălzirii probei. În cazul încălzirii accentuate, așchieria devine greoaie, materialul supraîncălzit vâcos aderă de scula așchietoare ducând la alterarea preciziei dimensionale și de formă a imperfecțiunii simulate.

În cazul utilizării frezelor pentru realizarea unor imperfecțiuni artificiale, viteza de tăiere,  $v$ , recomandată este [12]:

$$v = \frac{v_1}{N \cdot n} = 0,010 \pm 0,002 \frac{\text{mm}}{\text{rot} \cdot \text{dinte}},$$

unde:  $v_1$  = viteza de avans [mm/min]

$N$  = numărul de dinți a sculei așchietoare [dinte]

$n$  = turația sculei așchietoare [rot/min]

De exemplu, dacă la prelucrare se utilizează o freză cu  $N = 20$  de dinți, care are o turație  $n = 700$  rot/min, viteza de avans recomandată este  $v_1 = 150$  mm/min.

Simularea prin mijloace mecanice a imperfecțiunilor volumice sau plane poate fi ușor realizată și pe epruvetele destinate încercărilor distructive, dacă se ține seama de recomandările făcute anterior.

Astfel, o imperfecțiune de tip volumic poate fi simulată prin realizarea unei găuri plasate la nivelul îmbinării sudate cap la cap a două țevi din PEHD.

În mod similar pot fi utilizate și alte procedee de prelucrare mecanică. Astfel, prin procedeul de frezare pot fi realizate imperfecțiuni plane artificiale plasate în îmbinarea sudată cap la cap dintre două țevi din PEHD. Se precizează că în cazul

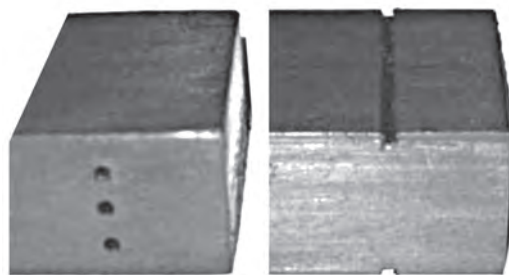
- the material used as implant, a material which has to adhere to the welding material so that it can be easily included in the weld;

- the positioning precision of the implant, which has to be at the middle of the pipe wall thickness, to reduce the risk of being eliminated from the welded joint;

- the welding pressure, the higher the welding pressure, the easier the implant is eliminated in the seam.

### 3.3. Artificial defect samples obtained by mechanical processing

Using the mechanical processing for imperfections both burn through and scratch type artificial defects were made experimentally (figure 9).



**Figura 9.** Imperfecțiuni artificiale tip găuri străpuse și imperfecțiuni tip riz, obținute prin prelucrări mecanice ale materialului de bază

**Figure 9.** Burn through and scratch type artificial defects obtained by mechanical processing of the base material

It is pointed out that to eliminate difficulties that can appear in performing these artificial defects, the optimisation of the cutting regime is imposed in order to minimise the heating of the sample (especially in the case of thick pipes). In case of overheating, the cutting becomes difficult, the overheated viscous material adheres to the cutting tool leading to the alteration of dimensional and shape accuracy of the simulated defect.

When milling is used to make artificial defects, the recommended cutting speed,  $v$  is:

$$v = \frac{v_1}{N \cdot n} = 0.010 \pm 0.002 \frac{\text{mm}}{\text{rot} \cdot \text{tooth}}$$

where:  $v_1$  = travel speed [mm/min]

$N$  = teeth number of the cutting tool [tooth]

$n$  = rotation of the cutting tool [rot/min]

For example, if a  $N = 20$  teeth milling device is used and a rotation  $n = 700$  rot/min, the travel speed  $v_1 = 150$  mm/min.

The simulation by mechanical means of the volume or flat defects can be easily made on the specimens meant for destructive examinations, too, if the previous recommendations are taken into account.

So, a volume defect can be simulated by making a hole at the level of the butt fusion welded joint of two PEHD pipes.

Similarly, other mechanical processing procedures can be used. So, by the milling process artificial flat defects can be placed in the butt fusion welded joint between two PEHD pipes. It is stipulated that in the case of artificial defects obtained by mechanical working, the welding of pipes is

# Simulare imperfecțiuni

imperfecțiunilor artificiale obținute prin prelucrări mecanice, sudarea țevilor se efectuează respectând parametrii tehnologici recomandați pentru materialul și tipodimensiunea acestora.

În cazul în care se dorește simularea unor imperfecțiuni



**Figura 10.** Imperfecțiune artificială de tip plan, simulată prin tehnica tăierii LASER a unei îmbinări sudate cap la cap cu element încălzitor dintre două țevi din PEHD

**Figure 10.** Flat artificial defect simulated by the LASER cutting technique of a butt fusion welded joint between two PEHD pipes

plane fine, restrâns localizate, ce nu pot fi realizate prin prelucrări mecanice convenționale, se poate utiliza ca alternativă tehnica tăierii LASER (figura 10).

## Concluzii

1. Lucrarea analizează modalitățile de obținere a unor îmbinări sudate cap la cap la țevi din polietilenă de înaltă densitate (PEHD), cu imperfecțiuni de sudare precum și alte tehnici de simulare a imperfecțiunilor în scopul studierii comportării acestora la diverse solicitări mecanice.

2. Experimentele evidențiază posibilitatea utilizării implanturilor ca elemente de simulare a imperfecțiunilor de tip plan sau volumic, la sudarea cap la cap cu element încălzitor a țevilor din PEHD.

3. Utilizând parametrii de sudare adecvați, pot fi obținute experimental imperfecțiuni de sudare de tip plan sau imperfecțiuni ale geometriei sudurii. Fisurile nu reprezintă imperfecțiuni caracteristice sudării cap la cap cu element încălzitor a țevilor din PEHD.

4. În cazul țevilor din PEHD experimental s-a verificat faptul imperfecțiunile volumice sau plane pot fi ușor realizate prin procedee de prelucrare mecanică, dacă se utilizează un regim de așchiere adecvat.

5. Rezultatele lucrării pot fi utilizate la studierea comportării în timp a unor imperfecțiuni de material sau imperfecțiuni de sudare, în diverse condiții de solicitare, în scopul aprecierii defectului critic care conduce la cedarea structurii.

performed respecting the recommended technological parameters for the material and their dimensions.

When the simulation of fine flat defects, restrained localised, is wanted and they can not be made by conventional mechanical working, the LASER cutting technique can be used as an alternative (figure 10).

## Conclusions

1. The paper analysis the modalities to obtain butt welded joints in PEHD pipes with welding imperfections as well as other imperfection simulation techniques;

2. Experiments point out the possibility to use implants as simulating elements of flat type imperfections or volume type imperfections, for the butt fusion welding of pipes;

3. Using adequate welding parameters, flat type or geometrical imperfections of the weld can be obtained.

4. In the case of PEHD pipes it was experimentally verified the fact that volume or flat imperfections can be made by mechanical working processes, if an adequate cutting regime is used.

5. The results of the paper can be used to study the in time behaviour of material or welding imperfections, in different loading conditions, with a view to appreciate the critical defect leading to the structure failure.

## Bibliografie/Bibliography

- [1]. WES 2805-1997: Method of Assessment for Flaws in Fusion Welded Joints with respect to Brittle Fracture and Fatigue Crack Growth.
- [2]. Anderson T.L., Ph, D.: Fracture Mechanics. Fundamentals and Applications, CRC Press Inc., Boston, USA. 1991.
- [3]. Cocard M.: Sudarea materialelor termoplastice. Revista „Sudura ASR” nr. 2/2001.
- [4]. Jansen N. și Bresser R.: Rohrsysteme aus PE100 / Heiner Brömstrup (Hrsg.)– Essen, Vulkan-Verl, 1998.
- [5]. Langlouis W.: Sudarea conductelor și a altor piese fabricate din polietilenă de înaltă densitate (PE – HD). Revista „Sudura ASR” nr. 4/2000.
- [6]. Knight A.: Butt welding of plastics. TWI Connect, May/June, U.K., 2002.
- [7]. Unguru I. ș.a.: Metodologie de evaluare a rezistenței îmbinărilor cap la cap cu element încălzitor la țevile din polietilenă de înaltă densitate, Proiect CALIST 2167/2, faza 2/2002.
- [8]. Oates W.R.: Welding Handbook. Materials and Applications. Part 1, vol. 3, A.W.S., U.S.A., 1996.
- [9]. Sănger R.: Sudarea conductelor din materiale termoplastice. Revista „Sudura ASR” nr. 3/2001.
- [10]. Chung-Yuan Wu, Rhew M., Mokhtarzadeh A., Benatar A.: Heated Tool Welding of Thermoplastic Polyolefins (TPO). Doc. XVI-817-03.
- [11]. xxx: Merkblatt DVS 2206: Prüfung von Bauteilen und Konstruktionen aus thermoplastischen Kunststoffen.
- [12]. xxx: SR EN ISO 13479: 2000: “Țevi de poliolefine pentru transportul fluidelor. Determinarea rezistenței la propagarea fisurii. Metoda de încercare a propagării lente a fisurii într-o țeavă crestată (încercarea cu crestătură).

### GROUP CRISAN s.r.l.

Str. Episcopiei Nr. 39, 310084 ARAD - ROMANIA

Tel/Fax. +40 257 280190; +40 257 280714

E-mail: groupcrisan@dntr.ro

#### IMPORT DIRECT:

MATERIALE DE SUDARE NEALIAȚE, ALIAȚE, INOX, DESTINAȚII SPECIALE...

CERTIFICĂRI; TUV, DB, LR, DNV, ABS ...

ACCESORII, CONSUMABILE PENTRU TEHNICA SUDĂRII, PROTECȚIE LA SUDARE ...

Peste 600 de produse într-un stoc permanent de peste 250.000 Euro.

Garanția calității, profesionalismul și promptitudinea noastră pot să le confirme toți colaboratorii noștri, dintre care enumerăm câțiva clienți reprezentativi: ASTRA TRG S.A. ARAD, MEVA S.A. Turnu Severin, ROMVAG S.A. Caracal, SMR S.A. Balș, ROVA S.A. Roșiori de Vede, UCMR S.A. Reșița, ELECTROPUTERE S.A. Craiova...

Va asiguram de întreaga noastră disponibilitate

