عیب‌یابی به روش فراصوتی بر روی لبه در آزمون خودکار با روش امتداد قطعه

فریدون میانجی [*۱]، اسد باباخانی [۱]، عبداله دادخواه [۱]، سمانه برادران [۲]

۱. شرکت مهندسی تابش پرداز پگاه، تهران

۲. دکترای مهندسی پرتوپزشکی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای؛ پژوهشکده رآکتور و ایمنی، تهران

* fmianji@gmail.com

چکیده:

عیب یابی به روش فراصوتی بر روی دو سر انتهائی لوله‌ها یا لبه قطعات کاری بسیار دشوار است که این مشکل در روش خودکار در بیشتر تجهیزات ساخته شده به وسیله شرکت‌های شناخته شده جهانی ناممکن اعلام می‌گردد. معمولا بازه‌ای ده تا بیست سانتیمتری از هر سر قطعه به وسیله سازنده ها بیرون از محدوده آزمون اعلام شده وکاربر دستگاه ناچار از یافتن راهکاری برای رهایی از این کاستی می‌باشد. مهمترین دلیل این وضعیت هندسه قرارگیری نگاهدارنده پروب‌ها بر روی بدنه قطعه در زمان انجام آزمون است. از آنجائی که مجموعه‌ای از پروب‌های کاوشگر به کمک یک محفظه بسیار بزرگتر از ابعاد پروب بر روی قطعه حرکت داده می‌شوند، این امکان وجود ندارد که در زمان صفر آزمون (لحظه آغاز آزمون از یک انتها)، همه پروب‌های کاوشگر بتوانند امواج خود را بر روی لبه قطعه بفرستند. این کار حتی در آزمون دستی نیز ناممکن است و نمی‌توان در جهت همسو با جهت جاروب قطعه پروب را بگونه‌ای بر لبه قطع نشانید که امواج فراصوتی گسیل شده از آن بتوانند درست از لبه بدرون قطعه نفوذ نمایند. یکی از راهکارهای ممکن برای حل این مشکل بکارگیری روش غوطه‌وری است که در آن پروب و قطعه هر دو در کوپلانت قرار داده می‌شوند. این راه حل بدلیل نیاز به واردکردن قطعه یا لوله در مخزن کوپلانت روشی نسبتا زمانبر برای آزمون خودکار قطعات بزرگ است. همچنین، آزمون خودکار بر پایه غوطه وری کامل پیچیده و پرهزینه می‌باشد. در این نوشتار یک روش تماسی نوین (بدون غوطه‌وری قطعه) همراه با تکنیک امتداد دهی قطعه برای حل این مشکل پیشنهاد گردیده که از سرعت بالاتر و پیچیدگی کمتری نسبت به غوطه وری غیرتماسی برخوردار بوده و امکان انجام آزمون بر روی لبه‌های قطعه با دقت بالا را فراهم می‌آورد.

کلمات کلیدی: آزمون خودکار، فراصوتی، غوطه‌وری، کوپلانت

۱- مقدمه

یکی از پرکاربردترین روش‌های آزمون غیرمخرب پس از پرتونگاری صنعتی آزمون فراصوتی است. توانائی این روش در شناسائی عیوب سطحی و عمقی و نیز توانائی آن در تشخیص اندازه و نوع عیوب با دقت بالا، از برتری‌های این روش درمقایسه با بسیاری از روش‌های غیرمخرب دیگر است. هنگامی که بی‌خطر بودن روش برای فرد آزمایش کننده نیز در نظر گرفته شود، آزمون فراآوائی از برتری قابل توجهی نسبت به روش کارآمدی همچون پرتونگاری صنعتی برخوردار است. برای انجام آزمون فراصوتی بر روی لوله‌ها و مخازن استانداردهای گوناگونی وجود دارد که برخی استاندارد کشوری بوده [۱] و برخی استاندارد جهانی می‌باشند [۲ و ۳]. استانداردهای آزمون فراصوتی برای هرگروه از تجهیزات تفاوت‌هائی با یکدیگر دارد: برای نمونه استاندارد مربوط به آزمون فراصوتی مخازن گاز طبیعی فشرده [۴] با استاندارد آزمون میله‌های (لوله‌ها) سوخت هسته‌ای مورد کاربرد در راکتورهای اتمی یکسان نیست [۵]. یکی از مواردی که به وسیله استاندارد مربوط به آزمون تعیین می‌گردد دامنه آزمون یا سطح پوشش قطعه در آزمون است. برای نمونه ممکن است استانداردی انجام آزمون فراصوتی را تنها بر روی بخش استوانه‌ای سیلندر کافی اعلام نماید [۴] (شکل ۱) در حالی که استاندارد دیگری بر اجرای آزمون فراصوتی بر روی بخش‌های انتهائی (عدسی یا مخروطی شکل) قطعات تاکید ورزد. همچنین با توجه به بحرانی بودن دوسر لوله ها از نظر عیوب ورقه شدگی یا عیوب عرضی و طولی دیگر ممکن است بر انجام آزمون فراصوتی بر روی دوسر لوله بدون از دست دادن هیچ حاشیه تست نشده‌ای تاکید شود. دشواری موجود در زمینه انجام آزمون خودکار یا حتی دستی بر روی دوسر لوله‌ها، بویژه هنگامی که سرعت

www.SID.ir

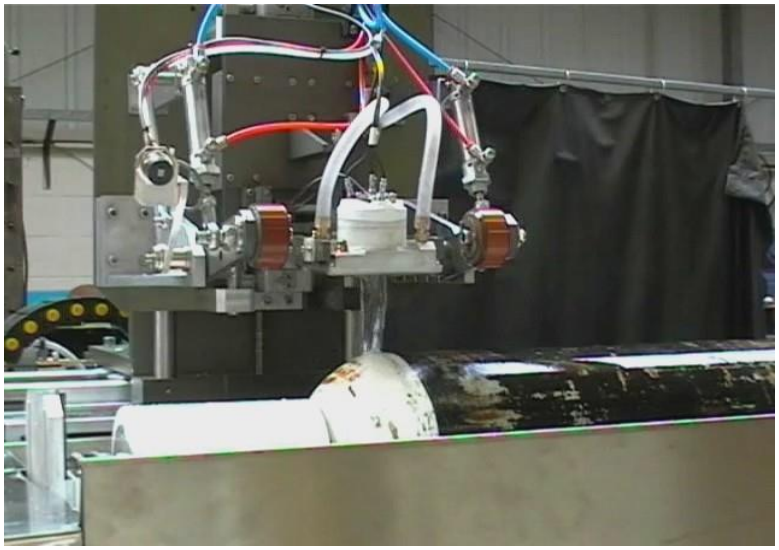
آزمون نیز از اهمیت زیادی برخوردار است (در تست همزمان با تولید بر روی خط تولید)، مورد توجه این مقاله بوده و راه‌کار و طرحی عملی برای چیره‌گی بر این دشواری جدی در این زمینه ارائه گردیده است.

۲- روش کار

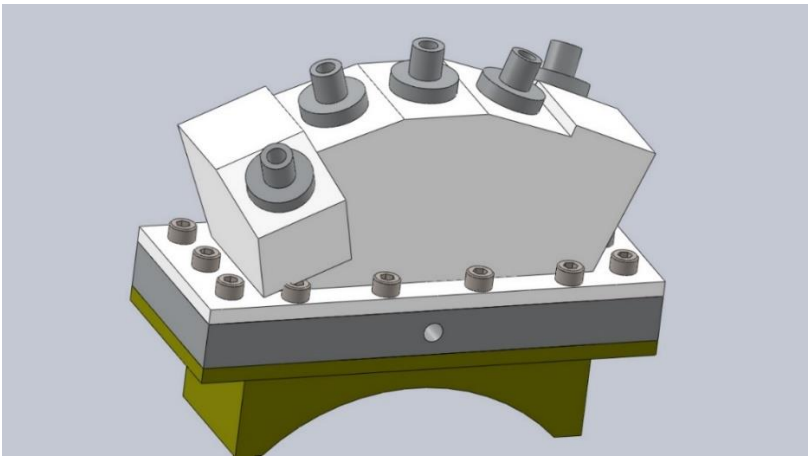
از آنجا که بیشتر سازندگان تجهیزات آزمون فراصوتی خودکار در مشخصات دستگاه‌های ساخت خود اعلام می‌دارند که دستگاه نمی‌تواند آزمون بر روی دو سر لوله را پوشش دهد (معمولا ۱۰ سانتی متر از هر سر)، راهکار متداول در کارخانه های تولید یا نورد لوله بریدن دو سر لوله (ناحیه تست نشده) پس از انجام آزمون است. اما، در مواردی که بهر دلیل امکان اینکار وجود نداشته باشد باید راه‌کار دیگری را در پیش گرفت. سه راه‌کار ممکن در این زمینه عبارتند از:

انجام آزمون فراصوتی بطور دستی بر روی نواحی تست نشده از دو سر لوله. کاستی این روش زمانبر بودن کار و نیز این نکته است که حتی در روش دستی نیز ناحیه‌ای هرچند کوچکتر (معمولا حدود ۲ تا ۳ سانتی‌متر)، در یکی از جهات مورد نیاز گسیل موج در قطعه، تست نشده باقی می‌ماند؛

انجام آزمون پرتونگاری بر روی دو سر لوله. کاستی این روش می‌تواند این باشد که بر پایه برخی استانداردها روش پرتونگاری قابل پذیرش نمی‌باشد (ناتوانی در تشخیص ورقه شدگی). همچنین هزینه‌ها، نیاز به نیروی کارشناس



شکل ۱- انجام آزمون خودکار فراآوائی بر روی سیلندر گاز فشرده خودروئی بر پایه ایزو ۱۱۴۳۹ (عکس با اجازه شرکت مهندسی تابش پرداز - سازنده دستگاه). آزمون بر روی عدسی‌ها انجام نمی‌گردد.



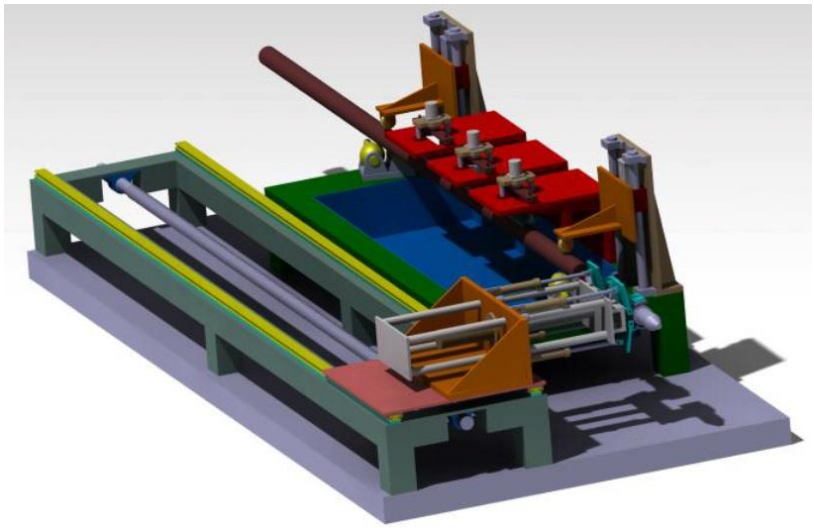
شکل ۲ - نگهدارنده پروب برای انجام آزمون خودکار فراآوائی بر روی سیلندر گاز فشرده خودروئی یا لوله‌ها. چهار پروب در دو راستای طولی و جهات مخالف و یک پروب بطور عمود موج فراآوائی را گسیل می‌دارند.

www.SID.ir

و محدودیت‌های ایمنی ویژه روش پرتونگاری نیز بر مجموعه تحمیل خواهد گردید؛ برخی سازندگان برای آزمون کامل دوسر لوله نیز راهکار خودکاری پیشنهاد داده و دستگاه خود را به بخش ویژه اینکار تجهیز می‌نمایند. این روش بسیار پرهزینه بوده و از سرعت آزمون نیز می‌کاهد.

در این مقاله طرحی برای جبران کاستی‌های مورد اشاره پیشنهاد شده است که بدون کاستن از سرعت آزمون نیاز به پوشش کامل دو سر لوله را نیز تامین می‌نماید. مبنای این روش گسترش طول لوله با ایجاد یک سطح همتراز بوسیله بخش کمکی است که درست در زمان آغاز آزمون به سر لوله متصل شده و اجازه می‌دهد تا مجموعه نگهدارنده پروب‌ها از بیرون از سطح لوله آزمون را آغاز نموده و کم‌کم به سر واقعی لوله نزدیک گردد. بدین ترتیب همه پروب‌هائی که در جهات گوناگون امواج فراصوتی را گسیل می‌دارند می‌توانند از نقطه صفر لوله (از هر سر که محاسبه شود) امواج خود را بدرون لوله بفرستند. برای روشن‌تر شدن موضوع در شکل ۲ یک نگهدارنده پروب که دربرگیرنده تعدادی پروب بوده و در هر دو راستای عرضی و طولی در هر دو جهت امواج را گسیل می‌دارد نشان داده شده است. همانگونه که دیده می‌شود پروب‌های نصب شده در دو انتهای نگهدارنده که امواج را در راستای طولی و در دو جهت مخالف گسیل می‌دارند در صورت فرود نگهدارنده درست بر روی لبه لوله نخواهند توانست نقطه صفر لبه را با همه پروب‌ها مورد آزمون قرار دهند.

شکل ۳ سامانه طراحی شده برای انجام آزمون خودکار بر روی لوله‌ها را نشان می‌دهد که در آن از ایده امتداددهی لوله با لوله کمکی بهره گرفته شده است. در این روش نگهدارنده پروب در زمان آغاز تست بر روی لوله کمکی نشسته و با آغاز چرخش لوله بسمت لوله اصلی حرکت می‌کند. بنابر این امواج گسیل شده از هر پروب امکان این را می‌یابند تا در همان نقطه صفر از لوله از سطح بیرونی لوله وارد بدنه آن گردند. بدین ترتیب، از نظر تئوری هیچ نقطه‌ای از سر لوله از دست داده نمی‌شود.



شکل ۳ -یک سامانه طراحی شده بر پایه روش پیشنهادی امتداد سر لوله با لوله کمکی برای آزمون خودکار فراآوائی با توانائی پوشش هر دو سر لوله

۳- نتیجه‌گیری

آزمون فراآوائی بر روی لوله ها با پوشش صد در صد بدنه و لبه‌ها از اهمیت زیادی در برخی از خطوط تولید برخوردار است. در این پژوهش با توجه به تجربه موجود در آزمون بر روی سیلندرها و لوله‌ها، راه‌کاری برای تست دوسر لوله بدون از دست دادن هیچ ناحیه‌ای از لبه ارائه گردید که بدون کاستن قابل توجه از سرعت آزمون می‌تواند با دقت زیاد و برابر با دقت انجام آزمون بر روی بدنه، آنها را ارزیابی نماید. تنظیم دقیق اندازه لوله کمکی و هم راستا نمودن خودکار آن با لوله اصلی از اهمیت زیادی برای انجام درست آزمون برخوردار است. در یک سامانه آزمون خودکار، باید همه تنظیم ها و اتصال و جدا

www.SID.ir

سازی لوله کمکی به لوله اصلی به وسیله دستگاه و با ایجاد کمترین تاخیر در عملکرد سامانه صورت بپذیرد. ارزیابی‌ها و محاسبات انجام شده نشان می‌دهد که این کار کمتر از ۱۰ ثانیه تاخیر در اجرای آزمون بر روی لوله ایجاد خواهد نمود که ناشی از توقف بیشتر لوله ها در ایستگاه تست برای اتصال لوله کمکی می‌باشد.

۴-مراجع

1. API specification 5L forty-fifth edition, December 2012. Specification for line pipe.
2. ISO 10893-8, 1st edition 2011. Non-destructive testing of steel tubes-Part 8: Automated ultrasonic testing of seamless and welded tubes for the detection of laminar imperfections.
3. ISO 10893-10, 1st edition 2011. Non-destructive testing of steel tubes-Part 10: Automated full peripheral ultrasonic testing of seamless and welded tubes (except submerged arc-welded) steel tubes for the detection of longitudinal and/or transvers imperfections.
4. ISO 11439:2013, Gas cylinders-High pressure cylinders for the on-board storage of natural gas as a fuel storage for automotive vehicles.
5. ASTM B811-13, Standard Specification for Wrought Zirconium Alloy Seamless Tubes for Nuclear Reactor Fuel Cladding.

Ultrasonic Flaw Detection of Edges in Automatic Testing through Object Extention

Fereidoun Mianji1, Asad Babakhani1, Abdollah Dadkhah1, Samaneh Baradaran2

1-Tabesh Pardaz Pegah Company; fmianji@gmail.com, ababakhani70@gmail.com, abdollah.dadkhah@gmail.com

2-Nuclear Science and Technology Research Institute, sbaradaran@aeoi.org.ir

Abstract:

Edge flaw detection is a complicated task in ultrasonic testing, thus, majority of automatic testing system makers exclude this feature from their products. As a rule of thump, a span of 10 to 20 cm of each end of objects is defined as the area that needs an alternative testing solution by the user. The reason for this is the geometrical limitations that a probe holder suffers in covering the body of to-be-tested parts. Owing to the fact that an array of search units implanted in a large housing (holder) ought to scan the surface of the object all together, some of them miss the edges when the holder positions on the extremities. This is an inevitable issue in manual approach too when the wave projection and scan direction are same. To resolve the problem, full-immersion method can be applied where both the object and probes are submerged in a liquid. Although, the need for sinking parts in a couplant makes it slow and costly for sizable parts like pipes and cylinders. This paper proposes a new contact technique for ultrasonic of edges based on extension of the objects' ends that offers a higher speed and less complexity compared to the full-immersion method.

Keywords: Automatic test, ultrasonic, immersion, couplant

www.SID.ir