الدرس التاسع

ضمان الجودة في عملية القولبة بالحقن
Quality Assurance in Injection Molding

الأسئلة المفتاحية

ما الجودة؟

من المسؤول عن الجودة؟

كيف يتم التخطيط للجودة؟

كيف يتم فحص الجودة؟

ما المقصود بإدارة الجودة؟

ما مدى أهمية السلامة أثناء العمل، ولحماية البيئة؟

المحتويات

(٩,١) الجودة.

(٩,٢) ضمان الجودة.

(٩,٣) إدارة الجودة.

(٩,٤) أنظمة الإدارة المتكاملة.

أسئلة للمراجعة

المعرفة المسبقة

عملية القولبة بالحقن (الدرس السابع).

(٩,١) الجودة

التعريف

أحد التعريفات المميزة للجودة، هو أنها: "ملاءمة الاستخدام". وفوق كل ذلك، لا بد أن يحقق المنتج رضا المستهلك. إن الجودة عامل من الصعب قياسه بشكل مباشر؛ نظرًا لعدم وجود معيار منظم للتقييم. وعليه فلا بد من إعادة تعريف الجودة في كل جزء على حدة.

مواصفات المنتج

تعني الجودة بشكل عام، أن المنتج يفي بخواص (مواصفات) فردية معينة، والتي يعبر عنها المستهلك بصورة تسامح محدد.

في القولبة بالحقن، يمكن تصنيف هذه المتطلبات كما في الشكل رقم (٩,١)، على سبيل المثال.

نوع المتطلب	الخواص المعينة
هندسي	انحرافات بعدية الانكماش الالتواء نسيج السطح
ميكانيكي	مقاومة الشد مقاومة الانثناء مقاومة صدم الثلم معامل المرونة الإجهادات الداخلية
داخلي	الحجم النوعي توزيع الكتلة المولية الاتجاه

الشكل رقم (٩,١). أمثلة على خواص الجودة (خواص معينة).

بصري	اللمعان اللون الشفافية التجانس
كهربائي	المقاومة النوعية معامل العازل
كيميائي	مقاومة شقوق الإجهاد
الريحية	زمن الدورة

تابع الشكل رقم (٩,١).

يسجل هذا التصنيف خواص المنتج المعينة، كخطوط عريضة لمقياس ضمان الجودة. وأبرز الخصائص تحددها التطبيقات، حيث تُستخدم قولبة خاصة لأجل ذلك.

توفيق المميزات

عملياً، تتعارض بعض المتطلبات مع بعضها مما يعقد الأمور؛ لذا يكون من الضروري أحيانًا إجراء عملية توفيق عند تعريف جودة مقولب ما، بدلالة الجمع ما بين مميزات معينة بطريقة مثلى.

هدف العملية

العوامل

هناك متطلبات أخرى متعلقة بعملية القولبة بالحقن، وتنظيم مصنع القولبة بالحقن أكثر من تعلقها بالمنتج نفسه. ومن الأمثلة على ذلك:

- أقل عدد من القطع المرفوضة.
- أقل نفايات.
- التوافق مع الموعد النهائي.
- إعادة التدوير الداخلي.
- تقليل التكاليف.

(٩,٢) ضمان الجودة

التنافسية

تتحدد الربحية والتنافسية في شركات تصنيع اللدائن عن طريق زيادة الطلب على مرونة المنتجات وجودتها.

متطلبات الجودة

إذا ما أخذنا في الحسبان مصانع القولبة بالحقن التي تزود صناعة المركبات والكهربائيات، كمثال، فإننا نلاحظ أن الطلب المتزايد على الجودة ناتج عن التطوير المتواصل لمجالات جديدة من التطبيق، ومن ثم قطاعات من المقولبات التقنية.

جودة المنتج

إن تزايد التنوع في المنتجات، وهو زيادة متعلقة في عدد المنتجات التي سوف تصنع بكميات صغيرة، والتوجه المكثف نحو التصنيع الآلي؛ يؤدي إلى مزيد من الطلب على عمليات التصنيع، وضمان جودة المنتجات المطلوبة. كما أن الاحتفاظ بالحد الأدنى من المخزون في تصنيع المركبات يضغط على مصنعي القولبة بالحقن، والذين يعمل معظمهم بالعقود. ومع مواصفات من نوع "في الوقت المحدد"، فإن هذا ينطبق بشكل خاص على الإمدادات والتوافق مع المواعيد النهائية.

نظام إدارة الجودة

معظم الزبائن يطلبون نظام إدارة جودة معقد في العقد المبرم مع مصانع القولبة. ويهدف هذا إلى تقليل مخاطر الأخطاء، التي تظهر في مصنعه، من قبل المنتجات التي يزودها المتعاقد.

قانون المسؤولية عن المنتج

لقد توسع – مؤخراً – مدى المسؤولية القانونية حول المنتجات. وإذا لم يتمكن المصنّع من تقديم الوثائق الملائمة حول كفاية جودة المنتج، فقد يتحمل المسؤولية عن أي تلف يقع للمنتج.

هدف الشركة

يمثل ضمان جودة المنتجات والعمليات، أحد أهم المتطلبات السابقة المهمة لتوثيق النجاح في السوق العالمي، ليس فقط في الوقت الحاضر، بل في المستقبل أيضًا. إن التطور المستمر للجودة - بجانب كونه هدفًا للشركة - هو أيضاً ضامن للنجاح التجاري للشركة.

إن حماية الجودة وتحسينها في وقتنا الحاضر لا بد أن يتم التخطيط له بمنهجية، وأن يتم في جميع مجالات الشركة ذات العلاقة. ونظام إدارة الجودة المذكور أعلاه يخدم هذا الغرض.

تتعارض هذه الفلسفة مع التعريفات السابقة للجودة بشكل كامل. فقد كانت تهتم بمطابقة خواص المنتج، والتي يتم فحصها بشكل فردي عند نهاية عملية التصنيع.

آيزو ٩٠٠٠
QS-9000
VDA6.1

تمثل مواصفات الآيزو ٩٠٠٠ (ISO 9000)(أو QS-9000، و VDA6.1، والذي صمم خصيصًا لصناعة المركبات) المعايير العالمية. وتحتوي على إرشادات لبنية نظام إدارة الجودة ومحتواها.

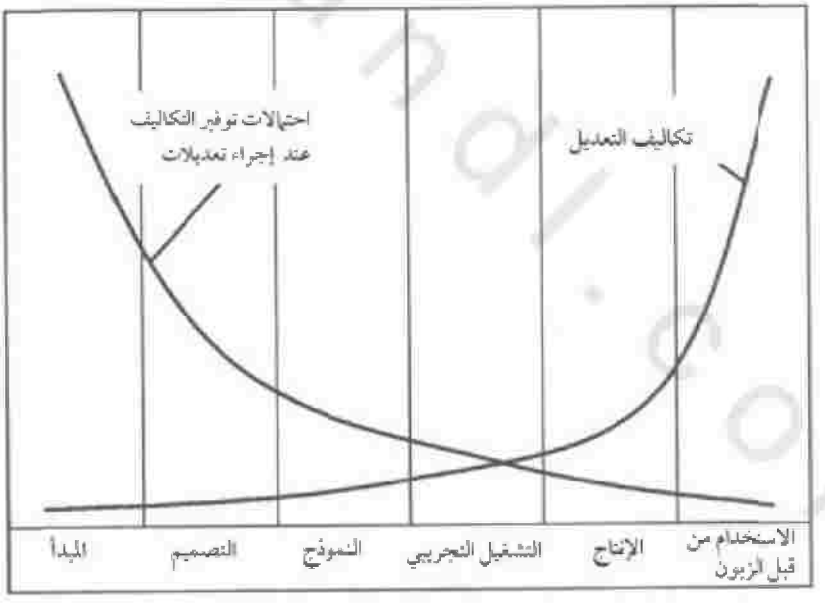
الشهادة

يطلب الزبائن - وخاصة في صناعة المركبات - شهادة لإدارة الجودة من المزود، والتي تعتمد على المعايير المذكورة أعلاه. والسبب يعود إلى أنه يمكن الاستغناء عن تقييم المزود، كلما أمكن ذلك؛ لأن الشهادة تصدرها جهة مستقلة. و يخضع منح الشهادة لإجراءات فحص منتظمة.

منع المنتجات المعيبة

الفكرة الأساسية من وراء ضمان الجودة في هذه الأيام، هو منع أو التخلص من المنتجات المعيبة، وذلك عن طريق التحكم المغلق والمفتوح في المنتجات، بدلًا من فرز المرتجع بعملية منفصلة.

يوضح الشكل رقم (٩,٢) علاقة نوعية ما بين تكلفة تعديل التصميم خلال عملية تطوير الصنف والتوفير الكامن، الذي يمكن الحصول عليه. وكلما تأخرنا في الكشف عن أو التخلص من الأخطاء في أطوار عملية تطوير المنتج؛ زادت التكاليف.



الشكل رقم (٩,٢). تكلفة التعديل في عملية تطوير المقولب.

(٩,٣) إدارة الجودة

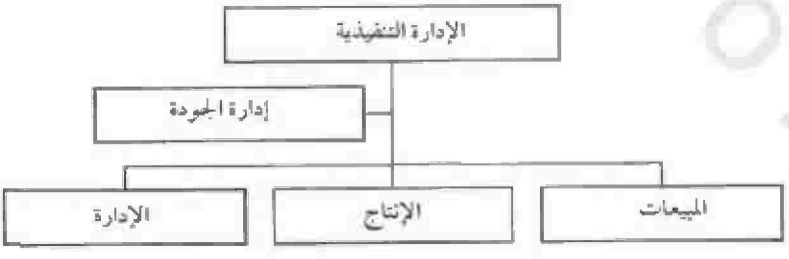
تؤثر جودة كل من المنتج والعملية على كل موظفي الشركة وأقسامها. ولحماية معيار الجودة، فلا بد من الاتفاق ما بين أقسام الشركة، وتحديد الإجراءات الملائمة، ولا بد من وجود الأدوات اللازمة للعمل. وهذه الواجبات تقوم بها وحدة التنظيم المتخصصة، والتي تُعرف بإدارة الجودة.

التنظيم

لا بد من تبني الهرم التنظيمي، بحيث يلائم الطبيعة الخاصة بكل شركة. ويوضح الشكلان رقما (٩,٣)، و(٩,٤) نموذجين للتنظيم، مستخدمين كثيرًا في المصانع الصغيرة والمتوسطة. وفي كل الأحوال، من المهم المطالبة بأن تكون إدارة الجودة مستقلة عن الأقسام الأخرى، وتكون مسؤولة مباشرة أمام الإدارة التنفيذية.

وفي هذه النسخة، يشغل فريق إدارة الجودة موقعاً وظيفياً، وهو مسؤول تنظيميًا وبشكل مباشر أمام الإدارة التنفيذية.

ولا بد من اعتبار بنية إدارة جودة الشركة في علاقتها مع موقع المؤسسة. فمثلًا، تعتمد هذه البنية على حجم الشركة ومدى منتجاتها.



الشكل رقم (٩,٣). التكامل التنظيمي (النسخة أ).

الشكل رقم (٩,٤). التكامل التنظيمي (النسخة ب).

(٩,٣,١) مفهوم ضمان الجودة

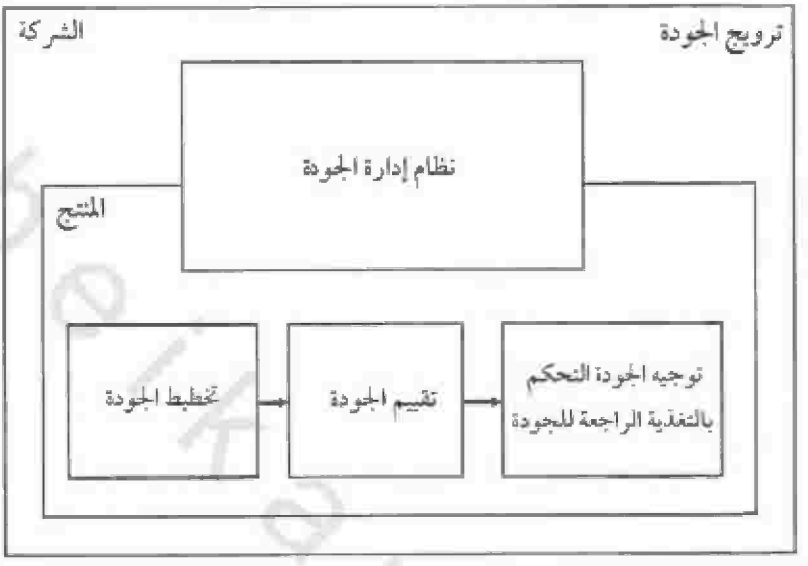
ضمان الجودة

تحت عنوان ضمان الجودة، لا بد من فهم عمومية النشاطات التنظيمية والتقنية، والتي تهدف إلى صيانة التصميم، وضمان جودة الصنف المقولب. ويتضمن هذا اعتبار الربحية، ويمتد إلى مواءمة المنتج للاستخدام كما يتصوره الزبون. ومجموع النشاطات وارتباطاتها سوف يتم وصفه في إطار نظام إدارة الجودة، بما يتعلق بالشركة المعنية. ويمكن تشخيص مهام ضمان الجودة بحسب المفاهيم التالية (انظر الشكل رقم ٩,٥).

إدارة الجودة

الأهداف

تعني إدارة الجودة الجانب الإجمالي لمهمة الإدارة، والذي يحدد سياسة الجودة. وبالاعتماد على تلك السياسة، فهي تصف أهداف الجودة لأقسام المؤسسة، والتعريف بالطرائق وتقديمها، والتي تضمن تحقيق أهداف الجودة.



الشكل رقم (٩,٥). ضمان الجودة المنهجي.

نظام إدارة الجودة

تشكل هذه الطرائق نظام إدارة الجودة للمؤسسة، بما فيها المصادر التي تراقب تحقق أهداف الجودة.

ترويج الجودة

الترويج للجودة متضمن في إدارة الجودة. وتتضمن المهمة الأساسية للترويج للجودة الاستشارات، وكتابة التقارير، وبيان الخطوط العريضة، والتدريب، وتحفيز الموظفين.

التخطيط للجودة

في إطار تطوير المنتج الجديد أو المتقدم، فإن التخطيط للجودة يعني أن تحدد بوضوح متطلبات الزبون أو السوق، ثم تترجم هذه إلى متطلبات جودة مقبولة للمنتج النهائي، والمكونات الفردية للمنتج. وإلى هنا لا بد من تحديد الظروف التي سوف يُستخدم

فيها المنتج. بعد ذلك لا بد من انتقاء متطلبات الجودة، وتعريفها، وتحديد مدى سماحيتها.

تصميم التجارب الإحصائية

هناك طرائق معايرة لتخطيط الجودة، وتشتمل هذه على حسابات المحاكاة خلال مرحلة التطوير، كمثال، أو سلسلة من الفحوصات على المنتج الجديد. وفي أثناء هذه الفحوصات، فإن بعض متغيرات العملية، مثل درجة الحرارة والضغط يتم تغييرها؛ بهدف إيجاد نافذة المعالجة، التي عندها تتحقق الخواص المحددة، ولا تتأثر عملية الإنتاج بالتدخلات قدر الإمكان (تصميم التجارب الإحصائية).

اختبار الجودة

عند تحديد مواصفات الجودة للمنتج، فإن العمليات تستخدم في نطاق اختبار الجودة والتحكم في الجودة؛ بما يساعد في ضمان أن مواصفات المنتج يمكن تحقيقها خلال الإنتاج.

التغير بسبب المؤثرات المعطلة

وباعتبار عملية الإنتاج، التي بها يتم إنتاج الصنف المقولب، فإن أحد الأشياء التي يمكن ملاحظتها أن ليس كل عمليات القولبة تتشابه في الخواص؛ لأنها تتغير شيئًا قليلًا، أي أنها عرضة للتغير. وهذا هو نتيجة تأثيرات التعطيل، مثل تذبذبات درجة حرارة الوسط، أو خواص المادة الخام، والتي تؤثر على عملية الإنتاج (عوامل اضطراب).

السماحية

وهذا هو السبب في أنه بدلًا من قيمة ثابتة، فإنه يتم تحديد سماحيات لخواص المنتج التي يُسمح خلالها بالتذبذب.

اختبار الجودة

في البداية يكون لاختبار الجودة مهمة تأسيس "الحالة الفعلية" لتشغيلة الإنتاج، أو عبارة ما إذا كان السماح المطلوب قد تعلق بكل الأجزاء المعنية. وسيكون من المفيد قياس الخواص التي تعد

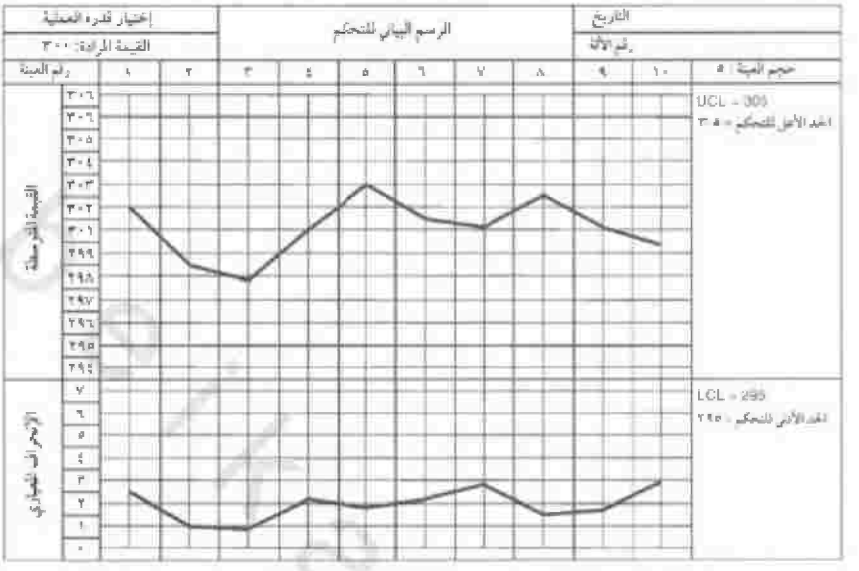
مهمة في نظر الزبون لكل منتج بعينه. وقد يكون هذا مستحيلًا من الناحية العملية ؛ لأن التمسك بهذه الخصائص يتم إثباته فقط عن طريق إخضاع القولبة لاختبار إتلافي.

العينات العشوائية

ولهذا السبب نضطر إلى فحص عدة عينات من الصنف المقولب ؛ للحكم على كامل الإنتاج من خلال هذه النتائج، وتُستخدم العمليات الإحصائية في هذه الحالة. وإذا ما تم فحص كمية ثابتة من المنتجات (عينة عشوائية) بهذه الطريقة، وعلى فترات منتظمة، فإن النتائج تسمح بالتوصل إلى استنتاجات حول جودة الأصناف المقولبة المنتجة خلال هذه الفترة. وهذه العمليات يغطيها مبحث تحكم العمليات الإحصائي.

خريطة التحكم

تعد خريطة التحكم أداة مساعدة في تقييم النتائج، ويظهر الشكل رقم (٩.٦) عينة للرسم البياني للتحكم. يتم إدخال القيم المتوسطة والانحراف المعياري للعينات، ويمكن تقييمها من الرسم، ويعطي هذا مؤشرًا على التشتت وحالة العملية بالمقارنة مع حد السماحية.



الشكل رقم (٩,٦). خريطة تحكم الجودة.

مثال الحد الأعلى للتحكم الحد الأدنى للتحكم

في هذا المثال، نلاحظ أن التشتت للقيمة المتوسطة لعينات عشوائية كان ٣٠٠±٥، ويعني هذا أن حد التحكم الأعلى هو ٣٠٥، وأن حد التحكم الأدنى هو ٢٩٥. ويتذبذب متوسط العينات العشوائية المنتقاة ما بين ٣٠٢ و ٢٨٦، وبهذا يكون ضمن مدى التشتت.

المعالجة

إذا ما تم خلال فترة محددة، إضافة نتائج فحوصات العينات العشوائية إلى بعضها، فإنه يمكن الحصول على الخصائص، مثل القدرة قصيرة المدى وطويلة المدى.

ولتحديد القدرة قصيرة المدى يتم فحص ٥٠ قولبة متتابعة، حيث يعطي هذا معلومات بخصوص التشتت الناتج عن الآلات. (في الماضي كان يُعرف هذا بإمكانية الآلة).

أما القدرة طويلة المدى، فيتم اختيار ٢٥ عينة عشوائية من كل ٥ عمليات قولبة على مدة إنتاج أطول، وبهذا يمكن الحصول على معلومات تتعلق بأثر التعطيل طويل المدى، الذي يؤثر على هذه العملية.

يجب أن يكون التباين داخل العملية أصغر من السماحية، وفي مركز نطاق السماح، بحيث لا تتجاوز المنتجات حد السماحية خلال انحرافات العملية.

التحكم بالجودة

عندما يتبين أن العملية انحرفت باتجاه غير مرغوب فيه، فمن الممكن التدخل والتحكم في جودة المنتج، وذلك عن طريق تغيير القيم المضبوطة للعملية بطريقة تجعل خواص المنتج تعود إلى المستوى المطلوب.

تحكم العمليات الإحصائي

تحكم العمليات الإحصائي يصف الطريقة التي تُسجَّل بها الخواص المقاسة للمنتج المطلوب. وتقيّم بعد ذلك هذه البيانات وتحلل بخريطة التحكم. وبناءً على هذه النتائج، تُعدل عملية الإنتاج بطرائق ملائمة أخرى؛ مما يمنع انحراف خواص المنتج المنحرفة عن السماحية المحددة.

ومع هذا التحكم الموصوف، فمن الممكن التدخل في العملية، حالما يتأكد انحراف العملية عن القيم المثالية. ويفضل عدم السماح بحدوث هذه الانحرافات من الأساس.

التحكم بالجودة

يتم متابعة هدف الحفاظ على عملية القولبة بالحقن عند المستوى الأمثل بطرائق تتحكم في الجودة بالتغذية الراجعة. والمتطلب السابق لنجاح هذه العملية، هو أن الرابط ما بين خواص المنتج وقيم العملية المؤثرة التي تخضع لها يكون معلومًا.

ويمكن تحديد هذه الروابط بطرائق متعددة من تحليل العمليات، بحيث يمكن توظيفها في التحكم بالتغذية الراجعة لجودة المنتج.

المتطلبات الأساسية هي: إمكانية تسجيل قيم العملية، وحساب خواص المنتج عن طريق برنامج حاسوبي، والتدخل التصحيحي في نظام التحكم بالآلة.

البرامج التي يمكن التحكم من خلالها بالتغذية المرتدة في خواص المنتجات وجدت في السوق، وتم تأسيسها جزئيًّا في بعض مؤسسات تصنيع الآلات، منذ سنوات.

(٩,٤) أنظمة الإدارة المتكاملة

نظام إدارة الجودة

إن تأسيس نظام إدارة الجودة وتطبيقه داخل الشركة، يعني ابتداء صيانة جودة المنتجات والعمليات، والتحسين المستمر لها.

ويفحص العناصر الفردية لمنظومة إدارة الجودة، يتبين سريعًا أن عددًا كبيرًا من العمليات في الشركة، لا بد أن يتم وصفها من خلال هذا المصطلح. وقد يبقي هذا عددًا كبيرًا من العمليات في الشركة لا تأثير لها على جودة المنتجات، ومن ثم لا يعد ضمن نطاق منظومة إدارة الجودة.

ومن ناحية أخرى، تؤثر هذه العمليات بشكل قاطع على نجاح الشركة من جانب السوق، والموظفين، والبيئة المحيطة. ويجعل هذا من الضروري تعيين هذه العمليات. مثلًا نظام إدارة البيئة بحسب المواصفات ISO14000 ، هي جزء من هذا، ويصف معايير العمليات والأجهزة.

نظام إدارة البيئة

عند تأسيس نظام إدارة البيئة من الضروري البدء في تنفيذ برنامج يصف أهداف الشركة البيئية، والمقاييس والمسؤوليات المطلوبة للبدء بالتنفيذ. إن تحقيق الأهداف بالمقارنة مع متطلبات ISO14000، والتحسين المتواصل للمنظومة يجري تدقيقه من قِبل المدققين. ولا بد من وصف العمليات في دليل البيئة، والتأكيد على الالتزام بالعمليات، وتحقيق الأهداف بشهادة تصدر عن جهة معتمدة مستقلة.

وفيما يلي أمثلة على أهداف بيئية:

- الاهتمام بالموظفين وتحسين مستواهم بالطرائق القياسية، بحسب تأثير عملهم على البيئة.
- التقليل من النفايات المصاحبة للإنتاج.
- التقليل من استخدام العوامل الخطرة بشوائب مائية خلال تشغيلات الإنتاج.
- التقليل من استهلاك الطاقة.
- العناية بالمواضيع المتعلقة بالبيئة عند اختيار الموردين.

نظام السلامة في العمل

عند وضع العمليات الإجمالية التي تتعامل معها الشركة، بحيث تتطابق مع تعليمات السلامة التي يجب مراعاتها؛ لا بد من تحقيق كافة المتطلبات. ولا بد من التأكيد أيضًا على السلامة القصوى أثناء العمل، بما يُقلل الخطر على الحياة والأعضاء وتلف المواد. وللتوافق مع هذه المتطلبات، فلابد من وصف المقاييس الضرورية وفحصها، ومراقبة وجودها بشكل متزايد ضمن نطاق السلامة في العمل. وعادة ما يتم توظيف خدمات استشارية تقنية مؤهلة لهذا الغرض.

نظام متكامل

وهناك محاولات لتركيز المتطلبات المختلفة في نظام إداري متكامل واحد، حيث يمكّن هذا من التغلب على المشاكل التي تظهر من وجود متطلبات متعددة داخلية وخارجية في الإدارة، كما أنها ستمنع حدوث منظومات منافسة كثيرة داخل المؤسسة، والتي يمكن أن تحد من حرية النشاط بشكل كبير.

إن نظام إدارة الجودة مثقل - عادة - بمطالب بعيدة التحقيق، كما يعد من أطول المكاتب المؤسسة؛ لذا فمن المعقول محاولة دمج المطالب الأخرى كالتي في نظام إدارة البيئة، في عملية موجودة بالفعل.

وفي أفضل الظروف، يمكن أن نحصل على وثائق واضحة وبنيوية للمؤسسة، مع تعليمات خالية من الأخطاء للنشاطات. ويُمكّن هذا المستخدمين من العمل بكفاءة باتجاه تحقيق أهداف الشركة.

أسئلة مراجعة

م	السؤال	الاختيار
١	الميل المكتشف تجاه التشغيل الأوتوماتيكي (الأتمتة) يفرض متطلبات ..... على عمليات التصنيع وجودة المنتج المطلوبة.	منخفضة عالية
٢	من وجهة نظر تنظيمية، يمكن تقديم إدارة الجودة في مصنع قولبة الحقن، كقسم مستقل أو	مكتب موظفين مكتب تحكم
٣	ضمان ..... أحد أهم أهداف المؤسسة.	جودة المنتج فحص الجودة
٤	كلما كان الكشف ..... عن العيوب والتخلص منها في أطوار تطوير المنتج؛ كلما قلت تكاليف التغيير.	مبكرًا متأخرًا
٥	يمكن أن تتضمن متطلبات تقييم جودة المنتج في القولبة بالحقن، خواص هندسية، أو ميكانيكية، أو.....، أو كهربائية.	بصرية رياضية مؤقتة
٦	بالإضافة إلى إدارة الجودة، فإن النشاط الكلي لضمان الجودة يشتمل على دعم الجودة و.....	التصنيع تخطيط الجودة
٧	يتم إدخال الانحراف المعياري و..... في خريطة التحكم لأغراض تقييم قدرة العملية.	القيمة المتوسطة القيمة المرغوبة
٨	في تحليل القدرة قصيرة المدى، يجب ألا يقل الرقم الكلي للقطع المنتقاة عن	٢٠ ٣٥ ٥٠
٩	هدف قياس ضمان الجودة، هو ..... الجودة بدلًا من فحصها فقط.	تحسين إنتاج