١١٠

أنظمة الغازات الطبية
Medical Gas Systems

William Frank
Medical Gas Services, Inc., Webster, NH

لا يتوفر إلا القليل من البيانات ذات الصلة بصيانة أنظمة الغازات الطبية. كما هو الحال مع معظم الأنظمة الميكانيكية، فإن الحس السليم والقوى البشرية الكافية والأدوات هي مُتطلبات مُسبقة لهذه العملية. وللأسف يبدو أن صيانة منشآت الرعاية الصحية في انخفاض. تُمثل أنظمة الغازات الطبية مشكلة فريدة من نوعها لأن الغازات التي تتسرب منها لا يمكن رؤيتها أو التحسس لرائحتها. عندما تُصبح هذه التسريبات مسموعة يكون قد فات الأوان حيث تُصبح أعمال الإصلاح عندئذ أكثر كلفةً. يُشجع هذا الفصل على الانتباه إلى الوفورات المالية وتحسين العناية بالمرضى التي تنتج من برنامج صيانة نظام الغازات الطبية. تستند المعلومات التالية في المقام الأول على التجربة المباشرة.

تاريخ أنظمة الغازات الطبية
History of Medical Gas Systems

أدرك عمال الرعاية الصحية في أواخر أربعينيات وأوائل خمسينيات القرن الماضي مخاطر نقل الأسطوانات الثقيلة مرتفعة الضغط إلى المواقع المختلفة. تم وضع الأسطوانات في حجرات كما تم تجهيزها بمنظم لتخفيض الضغط وخراطيم مطاطية أو أنابيب نحاسية لينة تمتد للعديد من الغرف. كانت النهاية الطرفية عبارة عن صمام مخروطي الرأس من الأوكسي أستيلين (oxy-acetylene) ومجهز بمقياس تدفق. كان الصمام يُغلَق عندما لم تكن هناك حاجة إلى الأكسجين تماماً مثل صنبور المياه. شهد هذا الترتيب تحسناً كبيراً عندما تم توصيل أسطوانات الغاز عن طريق المُجمِّع المشترك حيث ازدادت نقاط الاستخدام. تم تصميم تصنيع المآخذ والموصلات من قبل شركات عديدة شملت NCG وOhio Medical وPuritan Bennett وOxequip وSchrader. كانت بعض الموصلات من النوع المقلوظ الأمر الذي

أنشأ نظام الأمان ذا الدليل القطري (Diameter Index Safety System, "DISS"). بينما كانت الموصلات الأخرى من نوع "التوصيل السريع". في البداية كان من الممكن توصيل أي غاز إلى أي مأخذ الأمر الذي أدى في بعض الأحيان إلى إمكانية توصيل الغازات غير الملائمة.

برر حجم الأكسجين المُستخدم في بعض الحالات الحاجة إلى وجود مولد الأوكسجين في المستشفى كما تم استخدام عدد كبير من الأسطوانات عالية الضغط كمستودع للأكسجين. عندما يقترب الضغط من النفاذ فإن مولد الأكسجين يُقلع لإعادة ملء الأسطوانات. كما تم تركيب أنظمة الأنابيب المركزية التي تستخدم الأنابيب النحاسية غير النظيفة، وهو ما يُعتبر أمراً غير متقن وفقاً لمقاييس اليوم. تم في معظم الحالات سحب الأنابيب على البارد كما تمت عمليات اللحام عند الوصلات على البارد أيضاً. تم استخدام المصابيح الحمراء الوماضة للدلالة على وجود مشاكل الضغط.

تم عند إدراك مشاكل مضخات الشفط المحمولة والتلوث المتصالب تركيب أنظمة الفاكيوم المركزية ومن ثم حزت الغازات الأخرى وأكسيد النيتروز والهواء الطبي حزو الفاكيوم في استخدام هذه الأنظمة. أصبح معيار NFPA 56F للرابطة الوطنية للوقاية من الحريق (والمعروف الآن بـ NFPA 99) معيار تركيب أنظمة الغازات الطبية.

استخدامات الغازات الطبية في رعاية المرضى
Uses of Medical Gases in Patient Care

تشتمل بعض الغازات الطبية المستخدمة في رعاية المرضى على ما يلي:

- الأوكسجين: يُعطى مباشرة إلى المرضى عن طريق القنية والخلاطات وخيام ضباب الأكسجين وأجهزة التنفس الاصطناعية وآلات التخدير وغرف الضغط العالي وغيرها من الأساليب.
- الهواء الطبي: الهواء المستخدم في العناية بالمرضى.
- أكسيد النيتروز: يُعطى من خلال آلات التخدير جنباً إلى جنب مع الأوكسجين ومواد تخدير مختلفة.
- ثاني أكسيد الكربون: يُستخدم بالدرجة الأولى في جراحة القلب المفتوح وإجراءات تنظير البطن.
- النيتروجين: وهو الغاز الذي يقود مختلف الأدوات العظمية وأدوات وقف النزيف.
- الفاكيوم: إنه ليس بغاز، بل إنه ضغط شفط يوفر وسيلة لتطبيق الشفط على المرضى ولإجلاء نفايات التخدير الغازية.

"ما الذي يجب فعله عندما لا يعمل جهاز الشفط" "My suction doesn't work . . do something!"

لا تُعتبر أنظمة الفاكيوم الطبية معقدة لكنه غالباً ما يُساء فهمها واستخدامها. إن الغرض من نظام الفاكيوم هو توفير تدفق كاف عند ضغط سلبي لنقل السوائل من المريض إلى زجاجة التجميع. تتألف هذه الأنظمة عادة من نظام

ضخ وخزان تلقي لتخزين الغازات التي تم شفطها وأنابيب وصمامات إغلاق وأحياناً أجهزة إنذار ومخارج للوحدات الطرفية. يتم توصيل تجهيزات تحكم ثانوية إلى المحطات الطرفية. يعتمد التشغيل الناجح على معدلات التدفق تحت الضغط السالب. تقل التدفقات إذا أصبح أي جزء من النظام مسدوداً أو أصبح صغير الحجم أو إذا كان هناك تآكل في المضخات أو إذا كان حجمها صغيراً. يتم بشكل متكرر تعديل إعدادات مضخة الفاكيوم بسبب مشاكل التدفق مما يتسبب بعمل المضخات عند ضغوط سلبية عالية مع زيادة طفيفة في التدفقات. بالإضافة إلى ذلك، يقل التدفق عندما تُضاف المحطات الطرفية إلى النظام دون مراعاة استطاعة المضخة الموجودة أو نظام الأنابيب.

لقد كانت أكبر مشاكل التدفق التي واجهها المؤلف مقترنة بالوحدات الطرفية أو التجهيزات الثانوية. يتطلب معيار الفقرة 4-10.1.1.3 من المعيار NFPA 99 بالنسبة لوحدات الفاكيوم الطرفية الجديدة أن يكون هناك معدل تدفق أدنى بقيمة ثلاثة أقدام مكعبة/الدقيقة (cfm) مع ضغط بقيمة لا تقل عن ١٢ بوصة زئبقية عند أقرب محطة طرفية مجاورة. يمكن للمحطات الطرفية الجديدة في النظام المصمم بشكلٍ صحيح أن تبلغ معدل التدفق هذا بسهولة. لا تستطيع العديد من المحطات القديمة أن تؤمن تدفق ٣ قدم مكعب/الدقيقة بسبب العناصر والممرات المُقيدة للتدفق حيث لا يتجاوز التدفق في أحسن الأحوال المجال من ١ إلى ٢ قدم مكعب/الدقيقة. إن الحقيقة الأهم هي معرفة الوحدات الطرفية القادرة على التدفق عند الضغوط السلبية الطبيعية وضمان أن تكون جميع المحطات المماثلة تُعطي تلك التدفقات.

أسباب انخفاض التدفق في الوحدات الطرفية والإجراءات التصحيحية

Causes of Low Flow Terminals and Corrective Actions

- الكسارة أو الأجزاء غير المناسبة في المحطات الطرفية. يجب تفكيك الوحدة الطرفية ثم تنظيفها وإعادة بنائها باستخدام الأجزاء الصحيحة وحلقات مانعة جديدة. تؤدي الحلقات المانعة غير السليمة التي تقع خلف الغطاء إلى سحب الهواء الجوي، يجب في هذه الحالة إعادة تركيب الوحدة الطرفية مع استخدام حلقات مانعة جديدة.
- سوائل الجسم التي سُحبت من خلال الوحدة الطرفية إلى الصاعد. يجب تنظيف الصاعد بالماء السخن والصابون. سوف تؤدي محاولات التنظيف المتكررة إما إلى إزالة الانسداد أو إثبات أن الانسداد قد تصلب. إذا لم تنجح عملية التنظيف فعلى الأغلب يجب استبدال الخط.

نصائح حول عملية التنظيف بغزارة Tips on Flushing

يجب أن يكون هناك بعض التدفق لسحب المحلول إلى داخل الوحدة الطرفية أو الصاعد. يجب محاولة استخدام الماء الساخن والصابون. لقد تم التوصل إلى نتائج جيدة مع المُنتج الذي يُسمى "sani treet" المصنع من قبل شركة Pascal Company. يوجد هذا المُنتَج بشكلٍ مُركّز ويستخدم في طب الأسنان.

إذا كان هناك صمام إغلاق فيجب سحب كمية من المحلول خلال الوحدة الطرفية إلى الصاعد. يجب بعدها إغلاق الصمام وترك المحلول يعمل لفترة من ١٠ – ١٥ دقيقة. إذا تم ذوبان الانسداد فإن المرء يسمع زيادة في التدفق عندما يكون صمام الإغلاق مفتوحاً.

لقد شهد الكاتب أنظمة قديمة بسوائل متصلبة لدرجة أن الخطوط ذات القياس ٤\٣ بوصة انخفضت إلى حجم قلم الرصاص تتراكم هذه السوائل المتصلبة على مدى سنواتٍ عديدة مع سحب سوائل الجسم من المريض إلى الوحدة الطرفية بدون استخدام زجاجة التجميع.

يُعتبر عدم إغلاق مُنظمات الإغلاق في حال عدم استخدامها لرعاية المريض إساءة شائعة لأنظمة الفاكيوم. عادة ما يَضبط منظم الفاكيوم كمية التدفق اللازمة لشفط السوائل من المريض. خلافاً لمعظم الآراء، ينبغي ألا يتدفق السائل عبر الأنابيب إلى المتلقي. يجب أن يبقى السائل في زجاجة التجميع. إذا دخل السائل إلى الوحدات الطرفية فإن الرطوبة سوف تتبخر تاركة بقاياً تُشبه المسحوق والتي عادة ما تتسبب بانسداد في الصواعد ذات الأقطار ٨\٣ و٤\١١ بوصة. لم يجد الكاتب أي انسداد في الصواعد ذات القطر ٢\١١ بوصة أو أكبر.

تُستخدم أمزجة غازات من أسطوانات مختلفة في اختبار وظائف الرئتين وتحليل غازات الدم. توجد معايير الجودة للغازات الطبية في كتاب بيانات الغازات المضغوطة الذي نشرته جمعية الغاز المضغوط (Compressed Gas Association) وكذلك في دستور الأدوية في الولايات المتحدة.

مكونات النظام
System Components

المصادر Sources

المصادر هي الأجهزة التي تنتج أو تضبط تدفق الغازات الطبية خلال شبكة الأنابيب.

الأنظمة الضخمة Bulk Systems

تتألف الأنظمة الضخمة للأوكسجين وأكسيد النيتروز وثاني أكسيد الكربون من أسطوانات خاصة معزولة ومبخرات ومنظمات. يوجد لهذه الأنظمة الضخمة أنظمة احتياطية متصلة سلكياً إلى أجهزة الإنذار الرئيسية. يمكن بناء هذه الأنظمة من أسطوانات مبُرَّدة أو مُجمِّع عالي الضغط اعتماداً على الاستخدام. عادة ما يتم إمداد الأكسجين وأكسيد النيتروز وثاني أكسيد الكربون إلى المنشآت الكبيرة بخزانات تبريد.

تقوم المجمعات بإمداد النيتروجين وأكسيد النيتروز والهواء وغاز ثاني أكسيد الكربون في أسطوانات الضغط العالي التي يمكن أن توجد في المستشفيات الصغيرة.

تُجهز الأسطوانات المبردة بمبخرات تعمل عند درجة حرارة الهواء المحيط لتحويل السوائل إلى الحالة الغازية قبل دخولها خطوط الأنابيب.

تُجهز المُجمعات وكذلك الخزانات الضخمة بمنظمات لضبط الضغوط والأنظمة الاحتياطية ومفاتيح الضغط المتصلة سلكياً مع الإنذارات الرئيسية.

مضخات الفاكيوم Vacuum Pumps

إن مضخات الفاكيوم هي أجهزة ميكانيكية تعمل على إحداث ضغط سلبي في نظام الأنابيب. يسمح استخدام خزان التلقي بالتخزين والذي بدوره يسمح للمضخات أن تتناوب بين التشغيل والتوقف بدلاً من تشغيل بشكلٍ مستمر. ينبغي تحديد حجم الأنظمة وفقاً لعدد المآخذ وعوامل الاستخدام. قد يوجد في المنشآت الكبيرة عدة أنظمة ضخ أو مضاعفات لمضختين أو أكثر.

أنظمة معالجة الهواء الطبي Medical Air Treatment Systems

عادة ما تكون أنظمة معالجة الهواء الطبي عبارة عن ضاغطين (أو أكثر) مُجهزَين بمتلقي وناقلات حركة ومنظم ومرشحات وأجهزة مراقبة لنقطة الندى وأجهزة إنذار لأول أكسيد الكربون. خلافاً للأنظمة الطبية الأخرى التي لا يختلف استعمالها إلا قليلاً، فإن استخدام الهواء الطبي يتصف في العديد من المستشفيات بعدم الانتظام. غالباً ما يؤدي ذلك إلى ارتفاع نقطة الندى في المناطق منخفضة الاستخدام وأحياناً إلى رائحة بالية.

شبكات الأنابيب Piping Networks

عادة ما تكون شبكات أنابيب الغازات في معظم الأنظمة الطبية مزيج من الأنابيب القديمة والجديدة. لا يزال لدى بعض المنشآت مجموعات من اللحام البارد ونقاط الوصل ذات اللحام بالفضة في حين أن للأقسام الجديدة نقاط وصل من النحاس. وعلى الرغم من استبدال الأنابيب الموجودة هو عادة قرار اقتصادي إلا أنه من الحكمة أن تكون جميع الأنابيب مُرمزة بشكلٍ صحيح برموز مُلونة وسهام للدلالة على التدفق.

الصمامات Valves

هناك فئتان من الصمامات في شبكات الأنابيب. توضع صمامات المنطقة على جدران الممرات ويجب أن تكون مُرمزة لتشير إلى الغرف التي تضبطها. ويجب في حال الشك التحقق من المناطق التي يضبطها صمام المنطقة قبل ترميزه.

أما صمامات الخدمة فهي صمامات توجد في المناطق المخفية مثل خزائن خدمة الأنابيب أو في الأسقف وقد كانت هذه الصمامات مصدراً لبعض حالات الوفيات. يتضمن معيار NFPA 99 تعليمات ترميز محددة لصمامات الخدمة بما في ذلك ضرورة التحقق من جميع الصمامات لتحديد المناطق التي تضبطها قبل ترميزها.

وفيما يلي أمثلة تاريخية عديدة عن الوفيات الناتجة عن عدم الاهتمام بصمامات أنظمة الغازات الطبية.

"سر إغلاق إمداد الأكسجين في المستشفى الذي تم كشفه من قِبَل شرطة دنفـــر" (سلامة ومعايير الطب الحيوي، ١٩٨٧).

"لقد شاب موسم العطلات في مستشفى الأطفال في دنفر لغز غير سار. كيف أُغلق الصمام الرئيسي للأكسجين في المستشفى، وهل كانت وفاة اثنين من الأطفال في وحدة العناية المركزة لحديثي الولادة (NICU) بسبب هذا الفعل؟ أجريت التحقيقات الأولية من قِبَل خدمات Colorado المشتركة مع المستشفى. اشتكى Tom Coogan وهو رئيس شرطة Denver بأن جهاز الأمن كان بطيئاً في الإبلاغ عن التفاصيل إلى الشرطة.

قامت "سلامة ومعايير الطب الحيوي" (Biomedical Safety & Standards®) بالاتصال بشرطة Denver ومكتب المدعي العام. شرح نائب المدعي العام Chuck Lepley تسلسل الأحداث. يوجد الصمام الرئيسي للأوكسجين في غرفة صغيرة مُقفلة. استُخدمت الغرفة أيضاً لتخزين الملابس وكان للعديد من الموظفين صلاحية الوصول إليها. كشفت تحقيقات الشرطة أن أحد العاملين قرر أن يتناول طعامه في هذه الغرفة يوم ٢٩ نوفمبر. وعندما شعر هذا العامل بالدفء قام بإغلاق ما اعتقده صمام السخان. وعندما لاحظ أن درجة الحرارة لم تنخفض وعندما سمع الإنذارات واندفاع الناس في كل اتجاه غادر الغرفة على ما يبدو في حالة من الذعر. قام كبير المهندسين في المستشفى بفتح الصمام مرة أخرى. وفي نهاية المطاف اعترف موظف المستشفى بأفعاله إلى الشرطة. قال النائب العام Lepley في رسالته الإخبارية أن مكتبه قد حدد أنه لم يكن هناك قصد جنائي. ويقال أن المستشفى قد ثبَّتت بعد هذه الحادثة صندوق وقائية حول الصمام.

وعلى الرغم من الأوكسجين قد توقف لمدة ١٥ دقيقة تقريباً فقد حُرم ١٩ طفلاً في الـ NICU من الأوكسجين الإضافي لنحو دقيقتين قبل البدء بالأكسجين الاحتياطي. خلال فترة الدقيقتين هذه تنفس الرضع هواء الغرفة. توفي طفل رضيع واحد (يعاني تشوهات خلقية خطيرة وأمراض في الرئة) بعد ذلك بثلاثة أيام في ١ ديسمبر. كما توفي رضيع آخر (كان أيضاً داخل الحاضنة أثناء وقوع الحادث) في ٢ ديسمبر. توفي بعد ذلك بوقتٍ قصير طفلين كانا في الـ NICU ولكن أيا منهما لم يكن في الحاضنة في وقت وقوع الحادث. في حين لا تزال هناك إمكانية التقاضي من قبل آباء وأمهات الأطفال المعنيين فقد قال النائب العام Lepley في نشرته الإخبارية أن ليس لدى مكتبه في الوقت الراهن أي دليل يربط بين وفاة أي رضيع مع الحادث.

السؤال الآخر في هذه القضية هو عن سبب عدم إبلاغ التحقيقات الأولية إلى الشرطة في وقت مُبكر. قال رجل المباحث Marcus Chavez من شرطة Denver في رسالته الإخبارية أن الخدمات المشتركة للمستشفى قد دعيت للمثول أمام القضاء لعدم الإبلاغ عن الحادث والذي يُشكل انتهاكاً لقانون المدينة. لا توجد حالياً لوائح في Colorado تأمر منشآت الرعاية الصحية بالإبلاغ عن حالات الوفاة غير المبررة لمسئولي الصحة في الولاية. ومع ذلك، فقد بدأت بعض القواعد المقترحة تؤخذ بعين الاعتبار من قبل الهيئة التشريعية. الفهرس: إغلاق الأكسجين، المستشفى، الحوادث".

"انقطاع الأوكسجين عن المستشفى وإصابة أحد المرضى بالسبات" (Boston Globe، ١٩٩٥)

"في مدينة Melbourne بولاية Florida – قال مسئولو المستشفى أن الصمام الخاطئ في خط أكسجين المستشفى كان مُغلقاً يوم الاثنين الأمر الذي قطع إمداد الأوكسجين عن بعض المرضى لمدة ١٠ – ١٥ دقيقة، ولا تزال امرأة واحدة في حالة حرجة منذ الأمس.

كانت المريضة البالغة من العمر ٥٥ عاماً (والتي أُخفي اسمها بطلب من عائلتها) من بين ٥٦ مريضاً في مركز Holmes الطبي الإقليمي الذي انقطع فيه إمداد الأكسجين التكميلي صباح يوم الاثنين.

قالت Valerie Davis المتحدثة باسم Holmes بالأمس: إن التشخيص في هذه المرحلة ليس جيداً ونحن لا نتوقع بالضرورة حدوث تعافي، إن توقع ذلك ما يزال سابق لأوانه.

قال Mike Means الرئيس التنفيذي لمركز Holmes يوم الثلاثاء بأن كادر التمريض الذي تنبه بإنذار ضغط الأكسجين قام بتوزيع وحدات الأكسجين المحمولة، ولكن المرأة أصيبت بالسكتة القلبية الرئوية.

كما قال Means إن المرضى الآخرين لم يُعانوا من أي آثار سلبية.

قال مسئولو المستشفى إن أعضاء الكادر قد خططوا لإغلاق الأوكسجين فقط في الجناح الشرقي للمستشفى من أجل مشروع بناء روتيني. وبدلاً من ذلك فقد تم إغلاق صمام الأوكسجين الذي يُغذي الجناحين الشرقي والغربي.

قال Means في مؤتمر صحفي يوم الثلاثاء: لقد كان هذا خطأً إنسانياً محضاً.

ورغم أن مدير الهندسة في المستشفى Glen E. Anderson لم يقم بإغلاق الصمام إلا أنه قدم استقالته في وقت لاحق. لم تُحدد المستشفى هوية الشخص الذي أغلق الصمام. قال Means: لقد كان هذا فشل فريق وأنا لا أريد لأحد أن يتحمل المسؤولية الكاملة.

قال المدير الطبي للمستشفى الدكتور Richard Baney إن الإغلاق لم يؤثر على المرضى الذين كانوا يُعالَجون بأجهزة التنفس الداعمة للحياة، فالمرضى المتأثرين كانوا موجودين في الجناح الغربي وكانوا بحاجة إلى أكسجين إضافي. لقد كان الكثير من المرضى يتماثلون للشفاء بعد الجراحة أو كانوا يُعانون من حالات مرضية مثل الالتهاب الرئوي.

قالت المستشفى إن المرأة (التي جُعلت تذهب في غيبوبة) كانت تتعافى من عملية جراحية".

"وفاة امرأة بعد خطأ المستشفى" (Concord Monitor، ١٩٩٥)

"مدينة Melbourne في ولاية Florida – توفيت امرأة بعد أربعة أيام من قيام أحد عمال الصيانة وبالخطأ بإغلاق الأكسجين عنها ووضعها في حالة غيبوبة.

قال مسئولو المستشفى إن المرأة البالغة من العمر ٥٥ عاماً توفيت يوم الجمعة في مركز Holmes الطبي الإقليمي بعد أن طلبت عائلتها فصل أنظمة دعم الحياة عنها.

أصيبت المرأة (التي كانت تتعافى من جراحة عظمية) بالسكتة القلبية يوم الاثنين الماضي ولم تستعد وعيها بعد أن قام العامل من دون قصد بقطع إمداد الأكسجين الإضافي عنها.

كما كان لهذا الخطأ تأثيراً على ٥٨ مريضاً حيث جعلهم من دون أوكسجين احتياطي لمدة وصلت إلى ١٥ دقيقة. لم يعاني أي من هؤلاء المرضى من أي آثار مرضية.

ألقت المتحدثة باسم المستشفى باللوم على عامل صيانة مُخضرم مجهولة الهوية والذي أخطأ قراءة جزء من خطة مشروع البناء".

تُشكل الصمامات القديمة في هذه الأنظمة مشكلة خلال التجديدات حيث إن العديد منها لم يعد يُغلق بإحكام ويجب أن يتم استبدالها.

الإنذارات الرئيسية Master Alarms

تُحدد معايير NFPA 99 الإشارات يجب أن تكون في اللوحات وكيف يجب أن يتم توصيلها سلكياً. تُراقب نقاط الإنذار هذه خطوط الغاز الرئيسية وظروف المصادر. يقوم مُزودو الأسطوانات المبردة في الوضع العادي باختبار الإنذارات الأسطوانات سنوياً، ولكنهم لا يقومون باختبار مفاتيح الضغط داخل المنشأة. تقع على عاتق كل منشأة مسؤولية اختبار جميع أجهزة الإنذار الرئيسية.

إنذارات المناطق Area Alarms

توجد إنذارات المناطق (والتي تُراقب الأوضاع في مناطق محددة للرعاية الحرجة) على لوحات الإنذار. تتضمن معايير NFPA 99 على متطلبات محددة بخصوص المواقع والإشارات. ينبغي معاينة كلاً من الإنذارات الرئيسية وإنذارات المناطق لتحديد قابلية خدمتها ومدى توفر القطع وفيما إذا كانت جميع الإشارات تُعطي إنذارات وفيما إذا كانت مُبدلات التحسس موجودة أم لا.

المآخذ والمداخل Outlets and Inlets

المآخذ هي النقاط التي يمكن فيها إجراء التوصيلات إلى نظام شبكة أنابيب الغازات الطبية من أجل إمداد الغازات المضغوطة. أما المداخل فتؤمن الفاكيوم. هناك نمطين للتوصيلات: التوصل السريع والتوصل بالفتل. يتم التوصيل السريع بالضغط "plug-in". لاحظ الكاتب تدلي المآخذ من الجدران بسبب وزن التجهيزات المتصلة بها الأمر الذي يُشكل خطراً على السلامة. لا تؤمن العديد من المآخذ القديمة التدفقات المطلوبة وفقاً لمعيار NFPA 99. يمكن تحديث بعض هذه المآخذ بينما لا يمكن تحديث بعضها الآخر. كما أن بعض المصنعين لهذه المآخذ لم يعودوا موجودين. ينبغي إدراج جميع المآخذ في قائمة الجرد وفقاً للشركة الصانعة والطراز لضمان توافر الأجزاء.

التجهيزات الثانوية Secondary Equipment

في حين أن الخراطيم ومقاييس التدفق ومنظمات الفاكيوم لا تُعتبر جزء من نظام شبكة الأنابيب، إلا أنها تساهم مساهمةً كبيرة في استهلاك الغازات والفاكيوم. ينبغي اختبار هذه التجهيزات كجزء من إجراءات التفتيش الروتينية. يبدو أنه لا يوجد في كثير من الأحيان أي قسم مسؤول عن معاينة هذه التجهيزات بما يخص التسريب أو الوظيفة. يمكن استخدام مستحلب من الصابون والماء والغليسرين للتحقق من التسريبات في مقاييس التدفق والتوصيلات.

لا تُعتبر خراطيم التخدير جزءاً من الصيانة الوقائية لجهاز التخدير حيث لا يتم عادة اختبارها خلال صيانة الجهاز. إنه ليس من النادر العثور على منظم فاكيوم من دون أي مانعات مع أن المنظم يسحب ٣ قدم مكعب/الدقيقة من المأخذ.

صيانة النظام
System Maintenance

يسمع المرء بشكلٍ متكرر عبارات مثل "اتبع إرشادات الشركة المصنعة" و "اتبع المبادئ التوجيهية لـ NFPA 99". يجب عدم خلط الترخيص الأولي مع الصيانة المستمرة. تتصف أنظمة الغازات الطبية بأنها ديناميكية (ليست ثابتة) وكما هو الحال مع معظم الأشياء الأخرى فمن المُرجح أن يزداد تدهور هذه الأنظمة مع ازدياد عمرها الأمر الذي يتطلب مزيداً من الاهتمام والصيانة والإصلاح.

منهجية معاينة نظام الغازات الطبية Medical Gas System Inspection Methodology

إن الغرض من المعاينة هو ما يلي:

- تحديد ما إذا كانت الأنظمة والمكونات تُؤدي عملها وفقاً لتصميمها والتأكد من عدم وجود أي تسريب وكذلك أمان هذه الأنظمة من الناحية الوظيفية من أجل رعاية المرضى.
- توفير جرد وموقع فريد لجميع المكونات.
- تقديم موجز عن الحالات قصيرة المدى وموجز عن الحالات طويلة المدى.

تتعلق الحالات قصيرة المدى بالمشاكل التي ينبغي معالجتها في غضون ١٢ شهراً مثل إصلاح التسريب والتحقق من صمامات وأجهزة إنذار المناطق وترميزها.

تتعلق الحالات طويلة المدى بالبنود التي تحتاج إلى مبالغ من ميزانية رأس المال مثل تركيب إنذارات وأجهزة مراقبة نظام الهواء الطبي واستبدال أجهزة الإنذار والمُجمعات القديمة المنسقة.

بروتوكول الاختبارات Testing Protocol

الأنظمة الضخمة Bulk Systems

توثيق ضغط الخزان الرئيسي وخزان التلقي وإجراء اختبار التسريب للأنابيب (باستخدام وسادة) وتقديم توصية بخصوص التحسينات.

المُجمعات Manifolds

توثيق اختبار التسريب بالنسبة إلى جميع المكونات وكذلك تسجيل الضغوط القياسية وتقديم توصية بخصوص التحسينات.

مضخات الفاكيوم Vacuum Pumps

توثيق أزمنة وضغوط دورات العمل وتسجيل الضغوط وتقديم توصية بخصوص التحسينات.

أنظمة معالجة الهواء Air treatment Systems

توثيق موقع أنبوب أخذ الهواء وتوثيق أزمنة وضغوط دورات العمل وتسجيل الضغوط القياسية وتقديم توصية بخصوص التحسينات.

صمامات المناطق Zone Valves

توثيق اختبار للتسريب الخارجي وإجراء اختبار للتسريب الداخلي بإذن من رئيس القسم.

المآخذ Outlets

توثيق الطراز والشركة الصانعة وفحص وظائف المزالج والتسميات والكشف عن التسريبات الخارجية ومعدل التدفق.

الإنذارات الرئيسية Master Alarms

توثيق مواقع جميع المفاتيح الرئيسية للضغوط وجميع مواقع صمامات الخدمة الرئيسية. إجراء الاختبارات بحضور موظفي المستشفى حصراً.

إنذارات المناطق Area Alarms

توثيق اختبار التفعيل إذا سمح بذلك موظفو المستشفى.

التلوث بالجسيمات ومعالجاته Particulate Contamination and Remedies

يوجد في العديد من الأنظمة جسيمات في أشكال مختلفة مثل أكسيد النحاس الوردي أو الأسود ورقائق النحاس والمحابس المتفككة حيث يمكن إزالتها بالتطهير مرتفع الضغط ومرتفع التدفق. ينبغي عندما يتم قطع الخطوط الموجودة من أجل التوسيع تطهيرها بشكلٍ شامل قبل أن تختلط مع الأقسام الجديدة.

هناك العديد من الأوصاف والمصطلحات بقدر ما هناك أنواع عديدة للأوساخ التي يمكن أن توجد في خطوط الأنابيب. غالباً ما يتم استخدام مصطلحات مثل الجسيمات والملوثات ذات الحالة الصلبة والأوساخ في الخطوط والمواد الغريبة. لقد واجه الكاتب مجموعة واسعة من الملوثات بما فيها كتل من اللحام البارد والطين ورقائق النحاس وأكسيد النحاس وغبار رمادي وغبار أسود.

الكشف عن المشكلة Detecting the Problem

يمكن للنصائح التالية أن تساعد في الكشف عن التلوث بالجسيمات في نظام الأنابيب.

- ابحث عن الأوساخ في مدخل المرشحات لجهاز التخدير.
- ابحث عن الأوساخ في مقاييس التدفق وابحث في الصمام الإبري وحلقات الإحكام.
- ابحث عن الأوساخ التي تظهر على قطعة قماش بيضاء بعد تطهير المآخذ بسرعة قصوى.
- تصفح داخل الخلاطات لوجود الأوساخ.
- افحص مرشحات الـ ٥ ميكرون في أجهزة التنفس الاصطناعية الحجمية.
- فكك أول مأخذ في أي نظام وابحث عن الحطام. غطي فتحة جسم المأخذ بقطعة قماش بيضاء (مثل قماش تنشيف الوجه). افتح صمام المنطقة لمدة خمس ثوان (مع المحافظة على إمساك قطعة القماش بقوة لكي لا تندفع بعيداً) وابحث عن البقع. أعد تركيب المأخذ. كرر الإجراء على آخر مأخذ في الخط. إذا تم العثور على حطام ينبغي تطهير الأنبوب حتى ينظف كما وُصِفَ سابقاً.

التطهير Purging

نجح المؤلف في تطهير الأنظمة بمصدر نيتروجين مبرد عند ضغط ٩٠ رطلاً/بوصة مربع لجميع الغازات باستثناء الهواء. ومع ذلك، ينبغي من أجل أن تتم العملية على نحوٍ فعال إعادة بناء المآخذ. غالباً تبقى كميات كبيرة من الأوساخ في حلقات الإحكام والنوابض والمكابس. ينبغي أن تتم عملية إعادة البناء بشكلٍ تسلسلي من أول مأخذ إلى آخر مأخذ لدفع الأوساخ إلى المأخذ الأخير. إذا لم تخرج الأوساخ عند ضغط ٩٠ رطلاً/بوصة مربع مع التدفق الأعظمي، فإنها لن تتفكك إلا إذا تم الضرب على الأنابيب.

المضخات ذات الإحكام المائي Water Sealed Pumps

تُشكل المضخات ذات الإحكام المائي مشكلة مختلفة. تنطلق المعادن والمواد غير العضوية من المياه غير المعالجة في مجرى الهواء بعد المُجفف. وإذا لم يحتوي النظام على ترشيح جيد، فإن هذه المعادن والمواد غير العضوية سوف تتنقل في مختلف أنحاء النظام وعادة ما تظهر أولاً في المناطق الإكلينيكية ذات الاستخدام الكثير لأجهزة التنفس الاصطناعي مثل وحدة العناية المركزة (ICU) ووحدة العناية المركزة لحديثي الولادة (NICU).

يبدأ مسحوقٌ أبيض أو رمادي بسد مُرشح الـ ٥ ميكرون في جهاز التنفس الاصطناعي. إذا كان هذا هو الوضع، فما الذي يحدث للخلاطات وخيام ضباب الأكسجين والحاضنات؟ إن المؤلف على علم بعدة أنظمة ذات رائحة كلور مميزة في أنظمة هواء. يمكن تطهير هذه الأنظمة بنفس طريقة أنظمة الضغط الأخرى ولكن يجب تثبيت نظام ترشيح لمنع تكرار هذه الحوادث.

الأنظمة المُعتمدة Certified Systems

قد تحدث المشاكل في الأنظمة المثبتة حديثاً والمصادق عليها. إذا استخدمت شركة الاختبار التقنيات الصناعية في أخذ العينات (أي ١٠ لتر/دقيقة لمدة ١٠ دقائق = ١٠٠ لتر/دقيقة بدلاً من تدفقات بقيمة ١٠٠ لتر/دقيقة) فمن المُرجح وجود ملوثات لم يتم كشفها.

التجديدات والتعديلات Renovations and Modifications

ينبغي عند الإضافة إلى النظام الموجود تطهير الخط الموجود قبل توصيل الأنابيب الجديدة.

مانعات التسريب للمآخذ Outlet Seals

تجف حلقات الإحكام في المآخذ بسبب الغازات الجافة. إن الطريقة الوحيدة لتحديد تسريب النظام هي اختبار الضغط والذي هو أكثر من عملية إغلاق صمام المنطقة. من أجل القيام باختبار ضغط حقيقي ينبغي تخفيض الضغط دون ضغط الخط. وإلا فإنه لن يتم كشف الخسارة في الضغط إذا كان هناك ترسيب في إحكام الصمام. يجب التأكد من إزالة جميع التجهيزات الثانوية عند القيام بإجراء اختبارات الضغط وإلا فإنه لن يمكن تحديد التسريبات. تُسبب الممارسة الشائعة المتمثلة في وصل التجهيزات إلى جميع المآخذ بفشل مُبكر في حلقة الإحكام الأمامية ولكن هذا الفشل لا يظهر إلا عندما تُفصل التجهيزات عن المآخذ.

استنتاج
Conclusion

يمكن تقدير أنظمة الغازات الطبية كأنظمة داعمة للحياة وأنظمة لتقديم الأدوية ومرافق ينبغي المحافظة عليها. لقد نجمت بعض حالات وفاة المرضى عن الفشل في تنفيذ عمليات الضبط والصيانة والإصلاح الملائمة لشبكات الغازات الطبية. يقوم عدد قليل من المنشآت بتتبع المبالغ التي تدفعها هذه المنشآت لمنتجات الغازات مقابل كمية الغازات التي يستخدمونها بالفعل. يمكن لمثل هذه الغفلة أن تستنفذ الموارد المالية للمنشأة.

ينبغي أن تُملي الفطرة السليمة أي برنامج صيانة للغازات. لقد دعت منظمة JCAHO دائماً إلى الجرد الفريد. وصفت JCAHO في عام ١٩٨٧ بعض الخطوات المُحددة للصيانة مثل اختبار الضغط وتصنيف التدفقات. ينبغي على المهندسين الإكلينيكيين أن يعرفوا أنواع مكونات الأنظمة (مثل المآخذ أو أجهزة الإنذار) ونوع الصيانة التي تحتاجها هذه المكونات مع الأخذ بعين الاعتبار تواتر عمليات الصيانة وجرد قطع الغيار.

المراجع

References

Biomedical Safety & Standards, February 1, 1987, p 19.
Boston Globe, June 15, 1995.
Concord Monitor, June 19, 1995.

Further Information

National Fire Protection Association (NFPA)
1 Battery March Street
Quincy, Massachusetts 02269-9101
(617) 770-3000

Compressed Gas Association
1235 Jefferson Davis Highway
Arlington, Virginia 22002

Pipeline Suppliers

Allied Health Care Products
1720 Sublet Avenue
St. Louis, Missouri 63110
(800) 444-3954
(NCG, Chemetron, Oxyquip)

Amico Corporation
21-121 Granton Drive
Richmond Hill, l4b 3n4
Ontario, Canada

Beacon Medical Products
13325a Carowinds Block
Box 7064
Charlotte, North Carolina 78241
(Puritan Bennett)(905) 764-0800

Hill Rom Architectural Products
Batesville, Indiana 47006-9167
(800) 445-3730
(Ohmeda, Medaes)

Tri-tech Medical Inc.
810 Center Road
Building EAvon, Ohio 44011
(800) 253-8692