مخطوطة

الماجدي علي عباس هاشم

" تحسين نظام تغذية الوقود لمحركات الغاز والديزل العاملة في المعدات الزراعية "

تخصص 05.20.01 - تقنيات ووسائل المكننة الزراعية

الملخص

أطروحة للحصول على درجة

مرشح العلوم التقنية

مدينة ميجورينسك للعلوم ، 2020

تم تنفيذ العمل في قسم الميكانيكا والرسومات الهندسية في جامعة ولاية تامبوف التقنية ، المؤسسة التعليمية لميزانية الدولة الاتحادية للتعليم العالي"

المستشار العلمي: دكتور في العلوم التقنية ، أستاذ

روديونوف يوري فيكتوروفيتش

المعارضون الرسميون: الطبيب سافيليف غينادي ستيبانوفيتش

العلوم التقنية ، أستاذ بالمعهد الفدرالي لميزانية الدولة الفيدرالية "المركز الفدرالي لعلوم الهندسة الزراعية" ، مختبر المحركات والتقنيات لاستخدام الوقود البديل ، رئيس

زيلوبوف ليف ألكسيفيتش ، مرشح العلوم الهندسية ، أستاذ ، أكاديمية نيجني نوفغورود الزراعية الحكومية ، قسم تشغيل وسائل الطاقة المتنقلة والآلات الزراعية ، أستاذ

المنظمة الرائدة: FSBEI HE "الدولة الروسية

الجامعة الزراعية - أكاديمية موسكو الزراعية تحمل اسم K.A. تيميريازيف "

سيتم الدفاع عن الرسالة في 24 أبريل 2020 على تمام الساعة 12:00 في اجتماع لمجلس الأطروحة المشترك D 999.179.03 ، الذي تم إنشاؤه على أساس جامعة ولاية ميجورينسكي الزراعية ، ومؤسسة التعليم الفيدرالي للميزانية الحكومية - جامعة تامبوف الحكومية الفنية ، ومؤسسة التعليم العلمي للميزانية الحكومية الفيدرالية معهد بحوث عموم روسيا لاستخدام التقنيات والمنتجات البترولية في الزراعة "على العنوان: 393760 ، منطقة تامبوف ، ميجورينسك ، شارع. الدولي 101 ، المبنى 1 ، قاعة مؤتمرات مجالس الأطروحات ، هاتف / فاكس (47545) 9-44-12 البريد الإلكتروني: dissov@mgau.ru.

يمكن العثور على الأطروحة والملخص في مكتبة FSBEI HE Michurinsky GAU وعلى موقع الجامعة على الويب: http://www.mgau.ru/ ، وكذلك على الموقع الرسمي للجنة التصديق العليا التابعة لوزارة العلوم والتعليم العالي في الاتحاد الروسي: http: //www.vak.ed .gov.ru /.

نطلب منك إرسال ملاحظات حول الملخص في نسختين ، مصدق عليها من قبل ختم المنظمة ، مع بيان الفهرس ، العنوان البريدي ، الهاتف ، البريد الإلكتروني وموقع المنظمة ، الاسم الأخير ، الاسم الأول ، الاسم الأوسط للشخص الذي أعد المراجعة ، إلى السكرتير العلمي لمجلس أطروحة.

تم إرسال الملخص " " _____2020

السكرتير العلمي مجلس أطروحة Mikheev N.V.

الافتا رفرات

1. الخصائص العامة للعمل

أهمية موضوع البحث. ينطوي استخدام وقود الديزل والبنزين كوقود للمحركات على عدد من المشكلات ، أحدها أن النفط هو مصدر طاقة غير متجدد ويمكن أن يؤدي إنتاجه المكثف إلى نقص في هذا النوع من الوقود.

مشكلة أخرى مهمة هي الأثر البيئي للآلات الزراعية. أحد أهم أسباب تلوث الهواء هو غازات العادم لمحركات الاحتراق الداخلي. تشكل الانبعاثات الضارة للنقل في الغلاف الجوي في روسيا 42٪ من إجمالي الكمية.

من المواضيع الأخرى هي المشكلة الاقتصادية. حيث ان تكاليف النقل في المنتجات الزراعية في المتوسط 20 ٪. وبالتالي ، مع زيادة تكلفة البنزين ووقود الديزل ، يرتفع سعر المنتج النهائي أيضًا. فيما يتعلق بهذا ، فإن الأولوية في معظم البلدان هي الانتقال إلى نوع أكثر اقتصادا من الوقود.

لضمان الاقتصاد في استهلاك الوقود بشكل كبير وتقليل سمية انبعاثات العادم ، مع الحفاظ على القدرة المقدرة للمحرك ، يمكن تحقيق الموثوقية والمتانة عند تحويل محرك الديزل للعمل في دورة الغاز والديزل. يوضح تحليل أنظمة تغذية بالوقود الموجودة لمحركات الديزل بالغاز أنه من الممكن إجراء تحكم عالي في تغذية الوقود ، لكن ضمان توفير الوقود عالي الجودة في جميع أوضاع تشغيل المحرك وفي الظروف المناخية المختلفة يتسبب في عدد من المشاكل. لذلك ، تم تطوير مخططات وتقنيات مختلفة لحلها ، لكن لا يوجد إجماع على استخدام نظام تغذية وقود عالمي مشترك للمحركات العاملة في دورة وقود الديزل.

للحد من تكلفة المنتجات الزراعية وتقليل تأثير غازات العادم ، يجري العمل على البحث وتطوير أنواع الوقود البديلة.

إن استخدام الوقود في محركات الاحتراق الداخلي (ICE) بدلاً من المصادر البديلة المحتوية على النفط يجعل من الممكن الحصول على قاعدة أوسع للمواد الخام لإنتاج وقود المحركات ، ويساهم في توفير وقود أبسط لمحركات الوحدات الثابتة والمعدات المتنقلة. يتم إعطاء الفرصة لإنتاج الوقود مع الخصائص الفيزيائية والكيميائية اللازمة والمعلمات المطلوبة ، والتي ، بدورها ، تجعل من الممكن تحسين الأداء البيئي والاقتصادي للمحركات. لذلك ، يعد تحسين أنظمة إمداد الوقود لمحركات المعدات المتنقلة مهمة ملحة للاقتصاد الوطني.

درجة تفصيل الموضوع. إن تطوير وبحث أنظمة الإمداد بالوقود لمحركات الديزل العاملة في دورة الغاز-الديزل مكرسة لعمل عدد من العلماء المحليين والأجانب ، مثل ج. سافيليف ، ف. ل. ليكهانوف ، ف. ، Manaenkov K.A.، Genkin K.I. ،Bebenin E.V. Kollerov L.K. ،Vasiliev Yu.N. ،Ksenofontov S.I. ،Ravkind A.A ،Dolganov K.E ،Kapustin A.A. ،Varde ،K. S. ،Liu. Z. ،Tanaka ، كريم ، G. A. et al.

تتسبب البيانات التجريبية المتوفرة حول درجة الحرارة المثلى لتزويد أنواع الوقود المختلفة في عدد من الخلافات التي تنشأ بسبب عدم وجود وصف مفصل لعمليات نقل الحرارة في أنظمة تزويد الوقود لمحركات الديزل بالغاز. لذلك ، من الضروري أن تدرس بالتفصيل عمليات نقل الحرارة التي تحدث أثناء توفير الوقود في محرك يعمل بالغاز والديزل.

الغرض من البحث. تحسين الأداء التشغيلي لمحركات الغاز والديزل للمعدات المتنقلة في المجمع الصناعي الزراعي من خلال تحسين نظام تزويد الوقود.

لتحقيق هذا الهدف ، من الضروري حل عدد من المشاكل:

- تحليل أنظمة الوقود الحالية لمحركات الديزل بالغاز ؛

- تطوير وتبرير خطة تغذية وقود بناءة للمحركات العاملة في دورة الغاز والديزل ؛

- تطوير نموذج رياضي لوصف عملية التحكم الحراري التي تحدث في نظام تزويد الوقود لمحرك يعمل بالغاز والديزل ؛

- إجراء البحوث التجريبية وتحديد مدى اعتماد مؤشرات الأداء لنظام تغذية الوقود لمحركات الديزل بالغاز ؛

- إجراء دراسة جدوى لفعالية تطبيق نظام تغذية بالوقود المتطور لمحركات الغاز والديزل للمعدات المتنقلة في القطاع الزراعي.

هدف البحث: عملية التحكم في درجة الحرارة في نظام تغذية الوقود لمحرك يعمل بالغاز والديزل ، والنظام نفسه.

موضوع البحث: أنماط التغيرات في الأداء التشغيلي لمعدات التبريد التي تعمل بالغاز والديزل من درجة حرارة مكونات الوقود في نظام التغذية.

الحداثة العلمية لأبحاث الرسالة:

- مخطط هيكلي لتغذية الوقود للمحرك الذي يعمل على دورة الغاز والديزل ؛

- نموذج رياضي لعملية التنظيم الحراري التي تحدث في نظام تزويد الوقود لديزل الغاز ؛

- التبعيات التي تم الحصول عليها خلال الدراسات التجريبية.

الأهمية النظرية. نتيجة لبحث الأطروحة وردت:

- المعايير المثلى لمنظم درجة الحرارة لنظام تغذية الوقود التجريبي لمحرك الاحتراق الداخلي الذي يعمل على دورة الغاز والديزل ؛

- نموذج رياضي لعملية التنظيم الحراري التي تحدث في نظام تزويد الوقود لديزل الغاز ؛

- تم الحصول على نماذج تجريبية تؤسس لاعتماد المعايير الاقتصادية والبيئية على قوة المحرك.

أهمية العملية. يستخدم نظام تغذية بالوقود المطور للمحركات العاملة في دورة الغاز- الديزل على الأجهزة المحمولة في((ZAO Agrofirma Svoboda، LLC AgroMashTambov، LLC Agroprofil))، وكذلك النظام والاعتمادات التي تم الحصول عليها في العملية التعليمية عند دراسة أنظمة تزويد وقود الديزل لمحركات النقل والآلات والمجمعات التكنولوجية في كلية "FSBEI HE "TSTU و TOGAPOU "كلية هندسة وتكنولوجيا النقل البري المسماة باسم MS سولنتسيفا ".

المنهجية وأساليب البحث. تستند الدراسات النظرية إلى قوانين حالة الغازات المثالية والحقيقية ، فضلاً عن آليات حركتها. أجريت دراسات تجريبية باستخدام طرق خاصة وعامة لاختبار محركات الديزل باستخدام الأدوات والمعدات الحديثة. تم تنفيذ النتائج باستخدام منهجية معالجة البيانات الإحصائية.

الأحكام العلمية الرئيسية للرسالة المقدمة للدفاع:

- نظام بناء تكنولوجي لتغذية الوقود لمحركات الديزل بالغاز ؛

- نموذج رياضي لعملية التحكم الحراري في نظام إمداد الوقود لمحرك يعمل بالغاز والديزل ؛

- اعتماد معايير الكفاءة الاقتصادية والبيئية لنظام تغذية الوقود على أوضاع التشغيل والطاقة للمحرك.

يتم تأكيد موثوقية النتائج من خلال استخدام الأساليب والمعدات الحديثة ، وعدد كاف من التجارب ، ومراسلات البيانات التجريبية مع النتائج التي تم الحصول عليها في دراسة نظرية ، ونتائج التنفيذ في الإنتاج ، والنتائج التي تم الحصول عليها تتزامن مع نتائج المؤلفين الآخرين المشاركين في هذا الموضوع.

استحسان العمل. تم الإبلاغ عن الأحكام والنتائج الرئيسية للرسالة والموافقة عليها ونشرها في الصحف المفتوحة:

- في الندوات العلمية والتقنية لمعهد الهندسة المعمارية والتشييد والنقل ، إدارات "الهندسة الزراعية" و "الرسومات والميكانيكا والهندسة" في FSBEI من "TSTU" (2017-2019) ؛

- في المؤتمر العلمي والعملي ال 69 للطلاب وطلاب الدراسات العليا ، Mi-Churinsk، 23-21 مارس 2017 ؛

- في المؤتمر الدولي العلمي والعملي السابع عشر "البحوث الأساسية والتطبيقية: القضايا والإنجازات والابتكارات الحالية" ، بينزا ، 15 نوفمبر 2018 ؛

- في المؤتمر العلمي والعملي الوطني ، "التوجهات ذات الأولوية لتطوير البستنة (قراءات I Potapov)" المكرسة للذكرى الخامسة والثمانين لميلاد فيكتور ألكساندروفيتش بوتابوف ، ميشورينسك ، 2019 ؛

- المجلات التي استعرضتها Scopus.

امتثال الأطروحة بجواز تخصص علمي. يتوافق عمل الأطروحة مع جواز التخصص 05.20.01 "تكنولوجيات ووسائل الميكنة الزراعية" ، الصفحة 6 - دراسة ظروف عمل الآلات الزراعية واستصلاح ، المجاميع ، الهيئات العاملة الفردية وغيرها من وسائل ميكنة العمليات التكنولوجية في الإنتاج الزراعي ، بما في ذلك استخدام أنواع الوقود البديلة ، الصفحة 11 - تطوير الأساليب الهندسية والوسائل التقنية لضمان السلامة البيئية في الإنتاج الزراعي.

نشر نتائج البحوث. وفقًا لنتائج الرسالة ، تم نشر 9 أعمال منشورة ، بما في ذلك 4 أعمال في المنشورات التي تلاها Scopus ، و 2 أعمال في المنشورات التي أوصت بها لجنة التصديق العليا في الاتحاد الروسي. الحجم الكلي للمنشورات هو 2.8 صفحة ، منها 1.85 صفحة. هيكل ونطاق أطروحة. يتكون العمل من مقدمة وخمسة فصول وخاتمة وقائمة بالمراجع والتطبيقات. تم تقديم أطروحة في 135 صفحة من النص المكتوب ، والنص الرئيسي في 121 صفحة ، ويحتوي على 50 رسم ، 18 جدولًا ، وقائمة بالمصادر المستخدمة من 131 عنوانًا ، بما في ذلك 10 عناوين بلغات أجنبية.

محتوى العمل:

تثبت المقدمة أهمية موضوع البحث ، والغرض من الدراسة ومهام تحقيقه.و يتم وصف النتائج العلمية الرئيسية التي حصل عليها مؤلف بحث الأطروحة ، وتسليط الضوء على الحداثة العلمية ، وكشف الأهمية العملية والنظرية للعمل ، وتنعكس الأحكام الرئيسية التي يجب الدفاع عنها.

الفصل الأول : يحلل الطرق الحالية لتحويل محركات الديزل إلى وقود محركات الغاز ، ويدعم الطريقة الأكثر واعدة. تحليل أنظمة التغذية بالوقود الحديثة للمحركات التي تعمل على دورة وقود الديزل ، والتي تتطلب التحسين.

يوضح تحليل أنظمة التغذية بالوقود لمحركات الديزل بالغاز للآلات الزراعية أن البحث عن طرق لضمان اقتصاد الوقود النفطي والسلامة البيئية للآلات الزراعية في البلاد يؤدي إلى الحاجة إلى أنواع الوقود البديلة ، وتحسين تصميم المحركات الحديثة وتطوير أجهزة للحد من سمية غازات عادم المحرك. لذلك ، أصبح استخدام الغاز الطبيعي المضغوط (CNG) كوقود للمحركات عملية بشكل متزايد.

استنادًا إلى تحليل الطرق الحالية لتحويل محركات الآلات الزراعية إلى CNG ، تم العثور على أن المعدات قيد التشغيل يتم نقلها على النحو الأمثل إلى دورة وقود الديزل ، لأن هذه الطريقة تسمح لك بالانتقال إلى نظام وقود الغاز دون تغييرات كبيرة في معايير تصميم محرك الاحتراق الداخلي.

يمكن تقسيم أنظمة الطاقة العاملة بوقود الديزل الحالي إلى أنواع:

-إلكتروني مع التحكم في تدفق الغاز عن طريق ذراع ميكانيكية ؛

-أنظمة الحقن: مع حقن الغاز المركزي ومع الحقن الموزعة.

كشف تحليل للطرق الحالية لتغذية الوقود خلال دورة الغاز- ديزل أن النظام الأكثر وعدًا يعتبر تغذية الغاز الموزعة (أنظمة الحقن) ، والتي ، مثل غيرها ، ليست مثالية ، لأنها لا تنص على ضبط درجة حرارة الغاز الموردة. إن تغذية الوقود الموزع في المحركات التي تعمل على دورة الغاز-الديزل غير مفهوم جيدًا: البحوث في مجال الاقتصاد في استهلاك الوقود البيئي في المرحلة الأولية ، لذلك من الضروري إجراء مزيد من الدراسة.

الفصل الثاني: في الفصل الثاني ، يتم إجراء الدراسات النظرية لعملية تغذية الوقود في المحركات العاملة في دورة الغاز والديزل. تم توضيح العوامل التي تؤثر على استهلاك الوقود لكل من الديزل والميثان المضغوط. بناءً على الدراسات ، تم اقتراح مخطط بناء لنظام تغذية الوقود بوقود الديزل وتطوير نموذج رياضي للعمليات التي تحدث في نظام إمداد الوقود. وفقًا لقانون الغاز المشترك ، فإن نسبة معينة بين الضغط وحجم الغاز ودرجة حرارته الحرارية هي قيمة ثابتة:

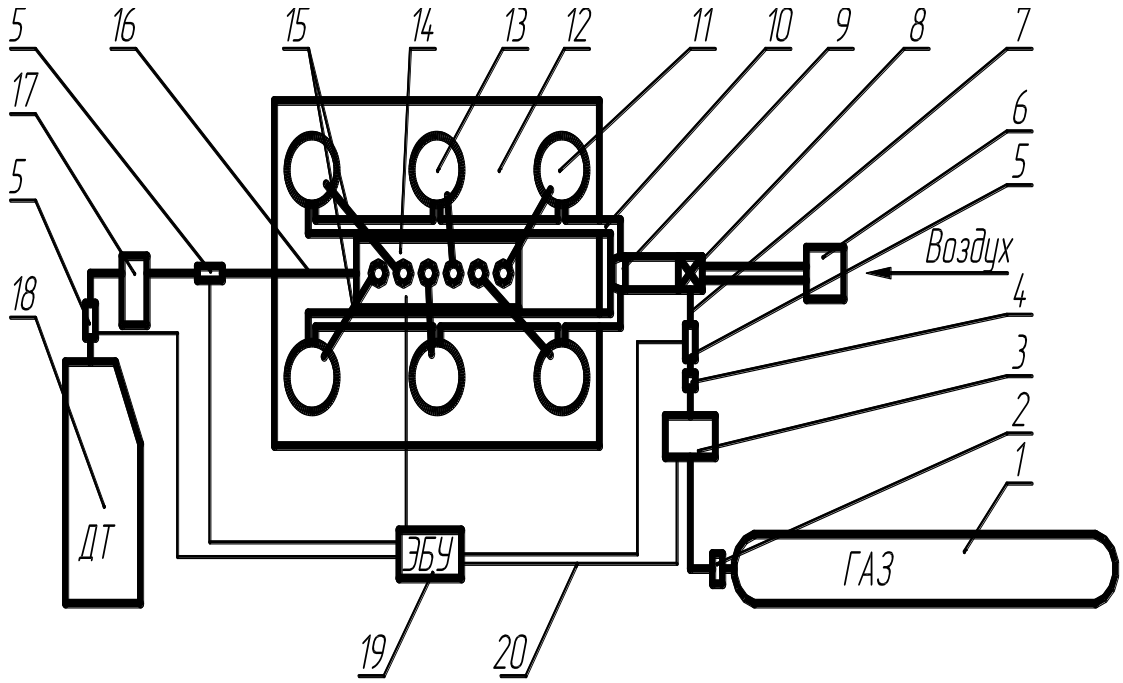
$$\frac{p \cdot V}{T} = const\,, \qquad (1)$$

p - هو ضغط الغاز ، باسكال ؛

V - حجم الغاز ، م^3 ؛

T - درجة الحرارة المطلقة أو الحرارية ، K.

من المعادلة (1) ، يترتب على ذلك أن التغيير في إحدى المعايير يؤدي إلى تغيير مماثل في العوامل الأخرى .في قسم الميكانيكا والرسومات الهندسية ، سعادة FSBEI "جامعة ولاية تامبوف" جنبًا إلى جنب مع مركز التدريب العسكري والعلمي "أكاديمية القوات الجوية" سميت على اسم البروفيسور ن. يي. جوكوفسكي ويو تم اقتراح Gaga-rina "، فورونيج ، نظام تزويد الوقود لمحرك يعمل على دورة وقود الديزل (الشكل 1).

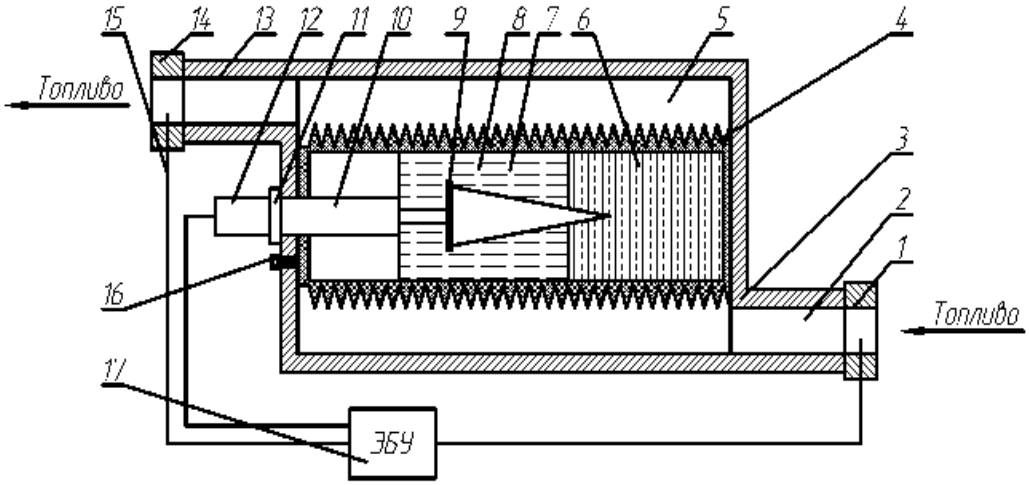


1 - اسطوانة الغاز ؛ 2 - ملء صمام ؛ 3 - معدات الغاز. 4 – موزع الغاز. 5 - منظم درجة الحرارة ؛ 6 - الشاحن التوربيني ؛ 7 - خط أنابيب الغاز ؛ 8 - خليط ؛ 9 - موزع خليط الغاز والهواء ؛ 10 - مدخل الأنابيب ؛ 11 ، 13 - اسطوانات المحرك ؛ 12 - المحرك ؛ 14 - مضخة الوقود عالية الضغط (TNVD) ؛ 15 - خطوط الوقود عالية الضغط ؛ 16 - ضغط منخفض لأنبوب الوقود. 17 - مرشح وقود جيد ؛ 18 - خزان مع وقود الديزل ؛ 19 - وحدة التحكم الإلكتروني (ECU) ؛ 20 - طريق المعلومات

الشكل 1 - نظام تجريبي لتزويد الوقود لمحرك يعمل بالغاز والديزل

يتم إجراء التنظيم الحراري بسبب الطاقة من نظام تزويد طاقة محرك ديزل قياسي ، والذي يفرض عددًا من القيود على استهلاك الطاقة. من أجل زيادة كفاءة الطاقة في التنظيم الحراري ، يشتمل نظام التحكم في الوحدات الحرارية الكهروضوئية على وحدة تحكم منطق قابلة للبرمجة ، والتي تولد إشارة إلى الحرارة ، اعتمادًا على درجة الحرارة والضغط المحيط.

يوضح الشكل 2 تشغيل منظم درجة الحرارة لنظام تغذية الوقود لمحرك يعمل على دورة وقود الديزل .



1 - استشعار درجة حرارة مدخل الوقود ؛ 2 – مدخل الوقود ؛ 3 - عازل للحرارة ؛ 4 – جسم الحرارة. 5 - تجويف الوقود ؛ 6 - طبقة موصل كهربائيا ؛ 7 - طبقة مع المواد العازلة حرارية. 8 - القطب ؛ 9 - قرص ؛ 10 - مقطع ؛ 11 - الملف اللولبي ؛ 12 - مراقب التحكم ؛ 13 - منفذ الخروج ؛ 14 - مستشعر درجة حرارة الوقود في المخرج ؛ 15 – طريق المعلومات ؛ 16 - مثبت ؛ 17 - وحدة التحكم الإلكتروني

الشكل 2 - منظم درجة حرارة الوقود

يحتوي منظم درجة حرارة الوقود على زعانف 4 ، حيث يتم وضع طبقة موصلة كهربائياً 6 (مادة نانوية كربونية مخلوطة بالبارافين) ، طبقة تحتوي على مادة عازلة حراريه 7 ،و إلكترود 8 مصنوع على شكل مخروط ، قاعدتة مثبتة على القضيب 10 من خلال قرص 9 ، مصنوعة من عازل. يحتوي الهيكل 4 على تجويف 5 مع فوهة لتزويد بالوقود 2 وفوهة لتفريغه 13. ويتم توفير الطاقة للسخان من خلال الملف اللولبي 11 من البطارية عبر مراقب التحكم 12.

يعمل جهاز التحكم في درجة الحرارة على النحو التالي. يقوم المستشعر 1 بقياس درجة حرارة الوقود الوارد ويرسل إشارة إلى الكمبيوتر. إذا كانت درجة الحرارة غير كافية ، فإن وحدة التحكم الإلكترونية ترسل إشارة إلى مراقب التحكم 12 ، الذي يوفر الجهد الكهربائي للملف اللولبي 11 ، ويتم توفير الجهد الكهربائي للقطب الكهربائي المعزول 8 خلال القرص 9. يتدفق التيار الكهربائي في الحجم بين الإلكترود 9 والطبقة الموصلة كهربائيًا 6 إلى جسم الحرارة 4 مع المثبت 16 ، في مما أدى إلى إطلاق الحرارة الحجمي. يتم نقل الحرارة إلى البيئة من خلال زعانف جدار جسم الحرارة 4.

تتم إزالة الحرارة من سخان تخزين الحرارة الكهربائية عن طريق تغذية الوقود من خلال تركيبات التغذية المتوسطة والمخرج 2 و 13 في التجويف بين الغلاف 4 والعازل الحراري 3. عند الوصول إلى درجة حرارة المطلوبة في الطبقة الموصلة للكهرباء 6 وفي الطبقة مع مادة تخزين الحرارة العازلة 7 زيادة في الأحجام ، مصحوبة برفع القضيب 10 وحركة القطب 8 خارج الطبقة غير المنفذة في الطبقات العازلة 7 ، مما يؤدي إلى فتح دائرة التغذية. يتم تثبيت جهاز استشعار 14 عند مخرج ترموستات ، والذي يقيس درجة حرارة الهواء الساخن ويرسل إشارة إلى الكمبيوتر ، والذي يرسل إشارة إلى مرحل التحكم 12 ، والذي بدوره يفتح الدائرة.

توازن الحرارة في جهاز التحكم في درجة الحرارة لطبقات المنظم الحراري والمبرد ETN هو:

$$(Q_{1e} + Q_{2e}) + (Q_{1a} + Q_{2a}) - Q_{top} - Q_{pot} = 0 , \quad (1)$$

حيث Q_{1e}، Q_{2e} هي الطاقة الحرارية التي تم الحصول عليها عن طريق تحويل الطاقة الكهربائية ، J ؛

Q_{1a}، Q_{2a} - الطاقة المخزنة خلال فترات الحمل المنخفض للمحرك ، J ؛

Q_{pot} - الخسائر الحرارية لجهاز التنظيم الحراري ، J ؛

Q_{top} - طاقة حرارية يجب بلوغها بالوقود من أجل الوصول إلى درجة حرارة محددة مسبقًا ، J.

بناءً على مخطط تدفق الحرارة وميزات الجهاز للتحكم الحراري في الوقود ، تم بناء نظام من المعادلات التفاضلية:

$$\left.\begin{aligned} \rho_1 C_1 (h_1 F_1)\frac{dT_1}{d\tau} &= \tau P(T_2) - \alpha_{1-2} F_1 (T_1 - T_2) \\ (\rho_{20} - N(T_2 - 20)) C_T \frac{dT_2}{d\tau} &= \frac{\tau(\alpha_{1-2} F_1 (T_1 - T_2) - \alpha_{2-3} F_2 (T_2 - T_3))}{D_T} \\ \rho_F c_F (\pi \cdot r^2 \cdot h_F)\frac{dT_3}{d\tau} &= \alpha_{2-3} F_2 (T_2 - T_3) - K \cdot F_3 (T_3 - T_4) \end{aligned}\right\}, \quad (2)$$

حيث T_1, T_2, T_3, T_4 - الظروف الأولية - درجات حرارة الوقود ، K ؛

D_T, F_1, F_2, F_3 - معامل الاختلاف.

تفاوت استهلاك الغاز الطبيعي المضغوط وفقًا لبدء التشغيل ، وسرعة الخمول وتشغيل المحرك تحت الحمل: 8 ؛ 10 و 25 لتر / ساعة. تتراوح مساحة سطح نقل الحرارة للمنظم الحراري من 0.03 إلى 0.07 متر مربع.

بناءً على النماذج الرياضية ، يتم الحصول على القيم المنطقية لمعايير الطاقة لنظام التحكم الحراري في (الجدول 1).

الجدول 1 - معايير الطاقة لنظام التحكم في درجة الحرارة

الطاقة القصوى لوحدات نظام التحكم الحراري ، W			
الغاز الطبيعي المضغوط	وقود الديزل		
	بعد التصفية	قبل التصفية	خزان
150	200	150	200
مساحة سطح نقل الحرارة من الحرارة ، M^2			
0,053	0,050	0,055	0,05

يتيح النموذج الرياضي (الصيغة (2)) مراعاة التغيرات على مراحل في حالة درجة حرارة الوقود في أقسام مهمة من خط الوقود ، ويسمح لك هذا النموذج بالتحكم في الحالة الفيزيائية والميكانيكية لكل من وقود الغاز والديزل في خط التغذية.

أظهرت الحسابات النظرية باستخدام نموذج رياضي تحسنا في الخصائص البيئية للطاقة لمحرك الديزل بالغاز:

- انخفاض في استهلاك الوقود عند بدء التشغيل بنسبة 17 ٪ وفي وضع التشغيل بنسبة 13 ٪ ؛

- انخفاض مستوى سمية غازات العادم بنسبة 14.5 ٪ ؛

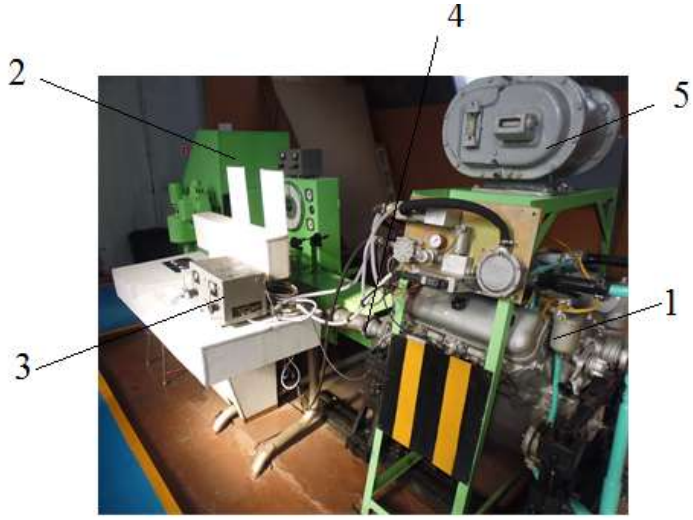
- القدرة العقلانية لجهاز تنظيم درجة حرارة الغاز الطبيعي المضغوط عند 150 واط ؛

- مساحة سطح نقل الحرارة لجهاز التحكم بدرجة الحرارة 0.07 م^2.

يمكن استخدام النموذج الرياضي المطور لتحليل ظروف درجة حرارة محركات الديزل بالغاز.

الفصل الثالث: يعرض برنامج البحث ويصف منهجية اختبار مقاعد البدلاء والتجريبية. يوصف خوارزمية لمعالجة البيانات التجريبية التي تم الحصول عليها في الدراسة.

اختبارات نظام تغذية الوقود التجريبي المثبت على المحرك YaMZ-236NE (الشكل 3).



1 - محرك YaMZ-236NE يعمل على دورة وقود الديزل ؛ 2 - مقعد اختبار الحمل؛ 3 - 3 - الطاولة مع الأدوات ؛؛ 4 - تصريف غاز العادم ؛ 5 - مخفض الغاز

الشكل 3 - محرك YaMZ-236NE يعمل على دورة الغاز والديزل

عند استخدام أنظمة طاقة الحاقن والقاذف ، فإن الجزء المشترك من الديزل الغازي هو معدات الوقود لتزويد جرعة الإشعال. جرعة أولية من وقود الديزل تصل إلى 20٪ من تغذية الدورة تضمن اشتعال الغاز في أوضاع تشغيل مختلفة للمحرك .

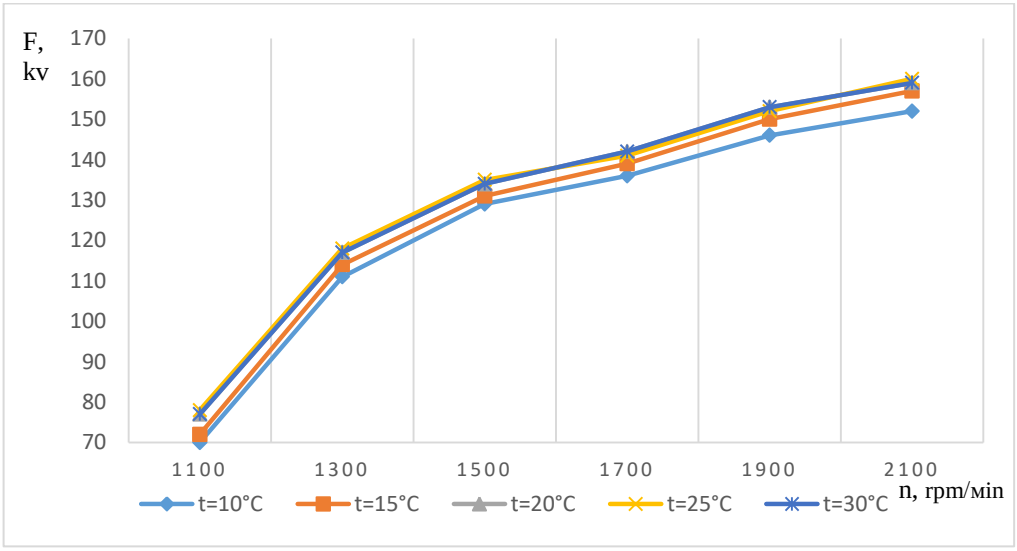
خلال البحث التجريبي ، تم إيلاء اهتمام خاص لقياس المعدات وقياس استهلاك الهواء والغاز والوقود التجريبي. تم تجهيز الحامل بأدوات لقياس تركيز المكونات الضارة لغازات العادم CO و NO_x و CH وذلك لإجراء التعديل الأمثل للأنظمة من أجل الحصول على كفاءة أفضل مع الحد الأدنى من السمية.

ويبين الشكل 4 مقعد الاختبار مع المعدات.

أثناء الاختبارات ، تم استخدام وقود الديزل DT-L-K5 ، والذي يفي بمعايير Euro-V ، يتوافق وقود الغاز (CNG) مع GOST 27577-2000.

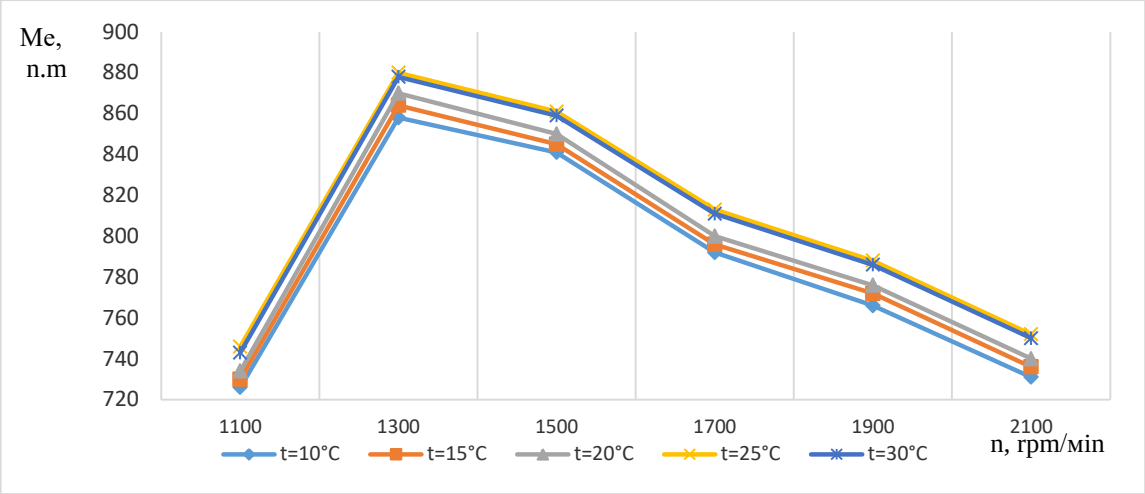
تم إجراء التجارب لإثبات اعتماد مؤشرات أداء محرك الاحتراق الداخلي على درجة حرارة الوقود ، وكذلك لتحديد كفاءة نظام تزويد الوقود المتقدم مع التحكم في درجة حرارة الوقود وجهاز الحد من سمية غاز العادم (CUST) بالمقارنة مع نظام محرك الغاز والديزل الأساسي.

الفصل الرابع : يعرض الفصل الرابع نتائج البحث في شكل تبعيات رسومية ويحللها. يتم استخلاص الاستنتاجات العامة. وتوضح الأشكال من (5 - 8) الخصائص التشغيلية للمحرك YaMZ-236NE مع نظام تزويد الوقود التجريبي المثبت.



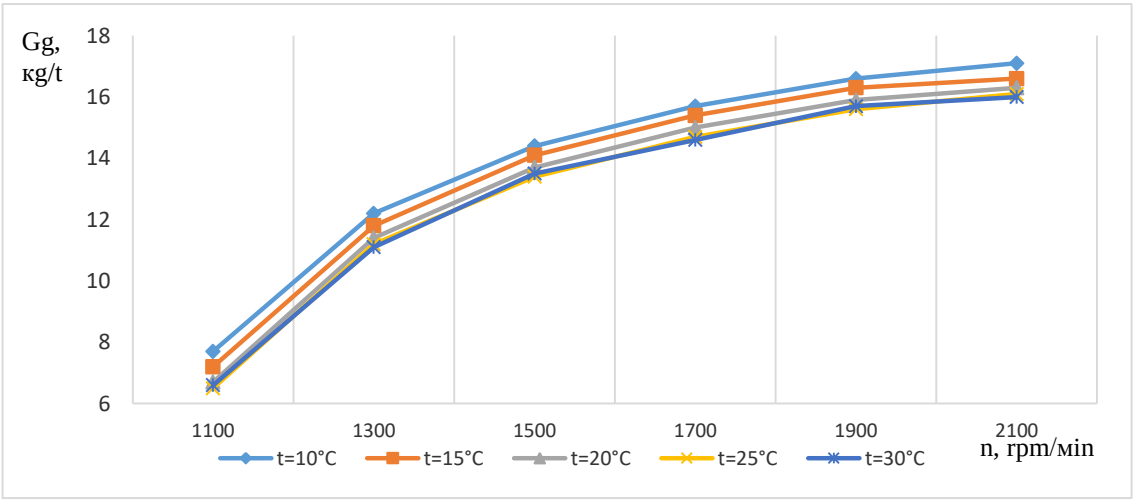
الشكل 5 - اعتماد قوة محرك الاحتراق الداخلي على سرعة العمود المرفقي في درجات حرارة مختلفة من الوقود

يوضح تحليل الشكل 5 أنه مع انخفاض درجة حرارة الوقود المقدم ، تنخفض قوة المحرك بمعدل 4.5٪. اما في ظروف درجة حرارة 25 و 30 درجة ، تكون قوة محرك الاحتراق الداخلي هي نفسها تقريبًا.

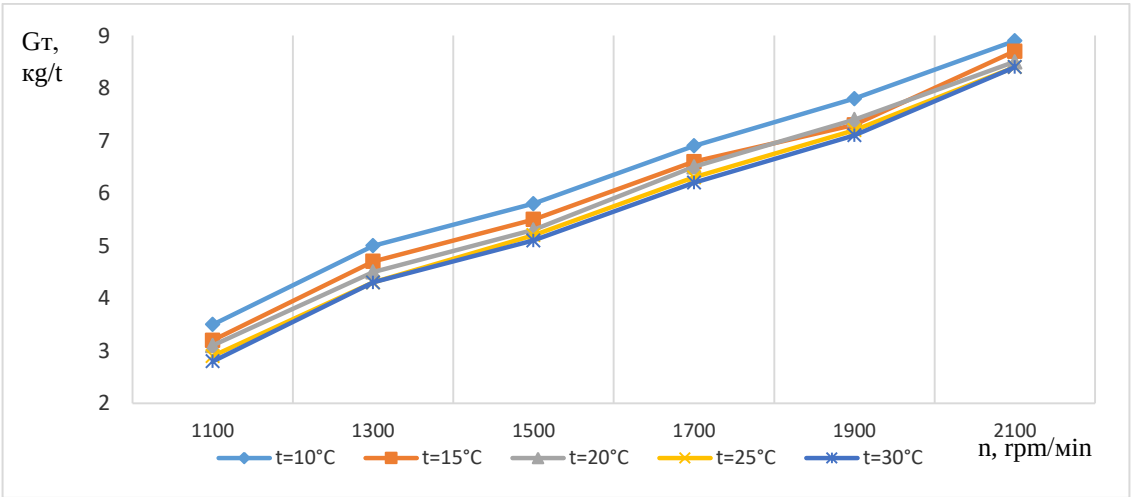


الشكل 6 - - اعتماد عزم الدوران على سرعة العمود المرفقي عند درجات حرارة الوقود المختلفة.

يوضح الشكل 6 أنه مع زيادة درجة حرارة الوقود ، يزداد عزم الدوران على العمود المرفقي للمحرك بنسبة 3.3٪ ويصل إلى 880 نيوتن متر عند درجات حرارة 25 و 30 درجة.



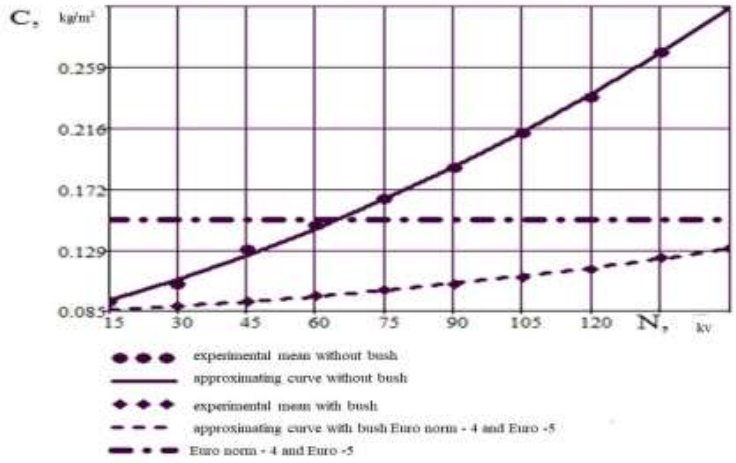
الشكل 7 - اعتماد استهلاك الغاز الطبيعي المضغوط على سرعة العمود المرفقي عند درجات حرارة الوقود المختلفة



الشكل 8 - اعتماد استهلاك وقود الديزل على سرعة العمود المرفقي عند درجات حرارة الوقود المختلفة

يوضح تحليل الشكلين 7 و 8 أن الزيادة في درجة حرارة الغاز والوقود السائل تؤدي إلى انخفاض في استهلاك نوع الوقود المقابل: الديزل - بنسبة 6.7٪ ، الغاز - بنسبة 6.4٪. لذلك ، وبالنظر إلى أن انبعاثات العادم أقل سمية عند ارتفاع درجة حرارة الوقود ، فمن المستحسن ضبط الحرارة إلى 25 درجة مئوية.

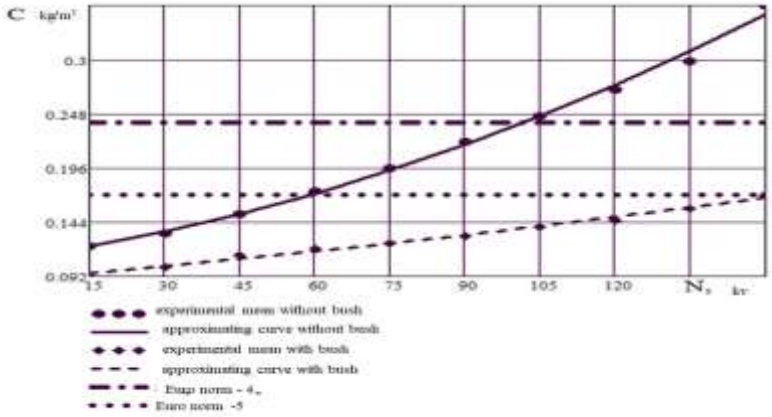
توضح الأشكال من (9-12) الاعتماد الذي تم الحصول عليه للمكونات السامة على قوة محرك الاحتراق الداخلي ، عند التشغيل على دورة الغاز والديزل.



الشكل 9 - اعتماد تركيز ثاني أكسيد الكربون في غاز العادم على قوة المحرك المستخدمة

يوضح تحليل التغيرات في تركيز أول أكسيد الكربون (CO) (الشكل 9) أنه مع زيادة الطاقة ، يزيد تركيز ثاني أكسيد الكربون من 0.092 جم / م 3 إلى 0.303 جم / م 3 بسبب الاحتراق غير الكامل للوقود وانخفاض في مدة العملية. بعد معالجة البيانات التجريبية ، يتم الحصول على المعادلات:

- بدون منظم $C_{CO}(N) = 0,079 + 7,986 \cdot 10^{-4} \cdot x + 4,529 \cdot 10^{-6} \cdot x^2$;
- مع منظم $C_{CO}^{P}(N) = 0,083 + 1,209 \cdot 10^{-4} \cdot x + 1,246 \cdot 10^{-6} \cdot x^2$.



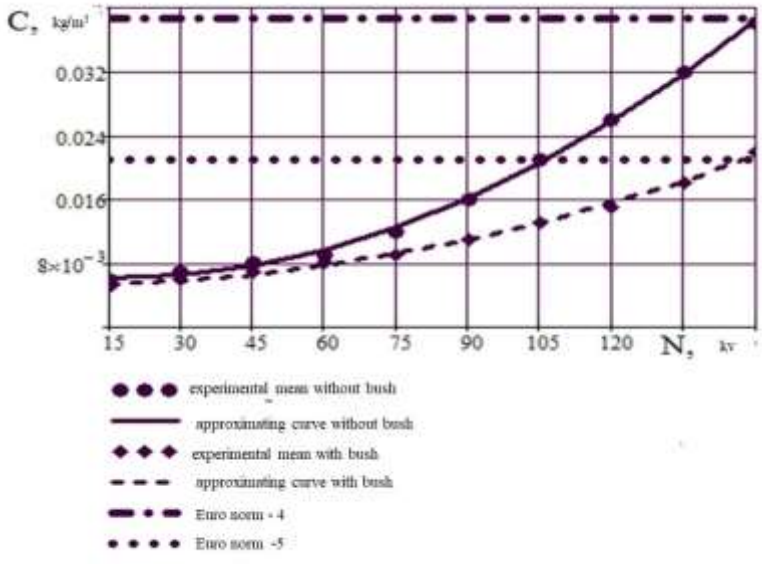
الشكل 10 - اعتماد تركيز أكاسيد النيتروجين في غاز العادم على قوة المحرك المستخدمة

يوضح تحليل التغير في تركيز أكاسيد النيتروجين (الشكل 10) أنه مع زيادة الحمل على محرك الاحتراق الداخلي ، يزداد تركيزها طوليًا تقريبًا وله أكبر قيمة في الحمل الأقصى ، وفي ظروف الحمل العالية ، يزيد

تركيز أكاسيد النيتروجين بشكل أكثر حدة. هذا يرجع إلى حقيقة أنه مع زيادة قوة محرك الاحتراق الداخلي وانخفاض نسبة الهواء الزائد ، يتم حرق الوقود ، مما يساهم في تكوين أكاسيد النيتروجين.

معادلات الانحدار لها الشكل:

- بدون منظم $C_{NOx}(N) = 0{,}11 + 6{,}75 \cdot 10^{-4} \cdot x + 5{,}875 \cdot 10^{-6} \cdot x^2$;
- مع منظم $C^{P}_{NO_x}(N) = 0{,}088 + 4{,}307 \cdot 10^{-4} \cdot x + 6{,}566 \cdot 10^{-7} \cdot x^2$.

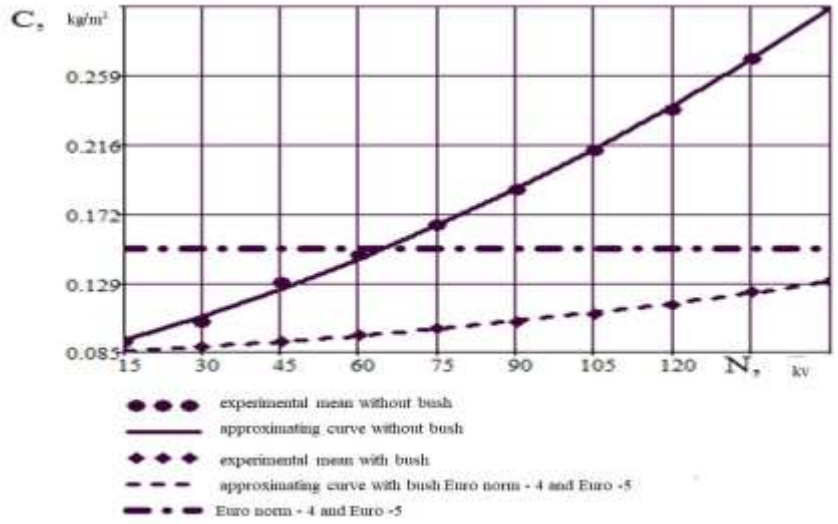


الشكل 11 - اعتماد تركيز الهيدروكربونات في غاز العادم على قوة المحرك المستخدمة

يوضح الشكل 11 أن تركيز الهيدروكربونات في غاز العادم مع زيادة في حمل المحرك يزيد من 0.006 غم/م^3 إلى 0.038 غم/م^3 ، أي أن انبعاثات غاز الميثان عند الحد الأقصى من الطاقة أكبر بست مرات من الحد الأدنى للحمل. يتم تفسير هذه الطبيعة من الاعتماد بزيادة في استهلاك الوقود ، وبالتالي زيادة في كمية المواد الهيدروكربونية المنبعثة أثناء احتراق الوقود في غرفة الاحتراق.

معادلات الانحدار لها الشكل:

- بدون منظم $C_{CH}(N) = 6{,}567 \cdot 10^{-3} - 5{,}485 \cdot 10^{-5} \cdot x + 1{,}785 \cdot 10^{-6} \cdot x^2$;
- مع منظم м $C^{P}_{CH}(N) = 5{,}35 \cdot 10^{-3} - 6{,}212 \cdot 10^{-6} \cdot x + 7{,}576 \cdot 10^{-7} \cdot x^2$.



الشكل 12 - اعتماد تركيز السناج (السخام) في غاز العادم على قوة محرك الاحتراق الداخلي

يوضح تحليل الاعتماد (الشكل 12) أنه مع زيادة الحمل على محرك الاحتراق الداخلي ، يزداد تركيز السخام في غاز العادم بشكل خطي تقريبًا. هذا بسبب الاحتراق غير الكامل للوقود في غرفة الاحتراق. يزيد تركيز السخام من 0.007 إلى 0.031 جم / م 3 (4.5 مرات) بدون جهاز تنقية ومن 0.002 إلى 0.007 (3.5 مرات) مع منظم درجة الحرارة و KUST.

معادلات تركيز السناج من حمل ICE هي:

- بدون منظم $C_C(N) = 4{,}587 \cdot 10^{-3} + 1{,}196 \cdot 10^{-4} \cdot x + 3{,}906 \cdot 10^{-7} \cdot x^2$;
- مع منظم $C_C^P(N) = 2{,}1 \cdot 10^{-3} + 1{,}677 \cdot 10^{-5} \cdot x + 9{,}428 \cdot 10^{-8} \cdot x^2$.

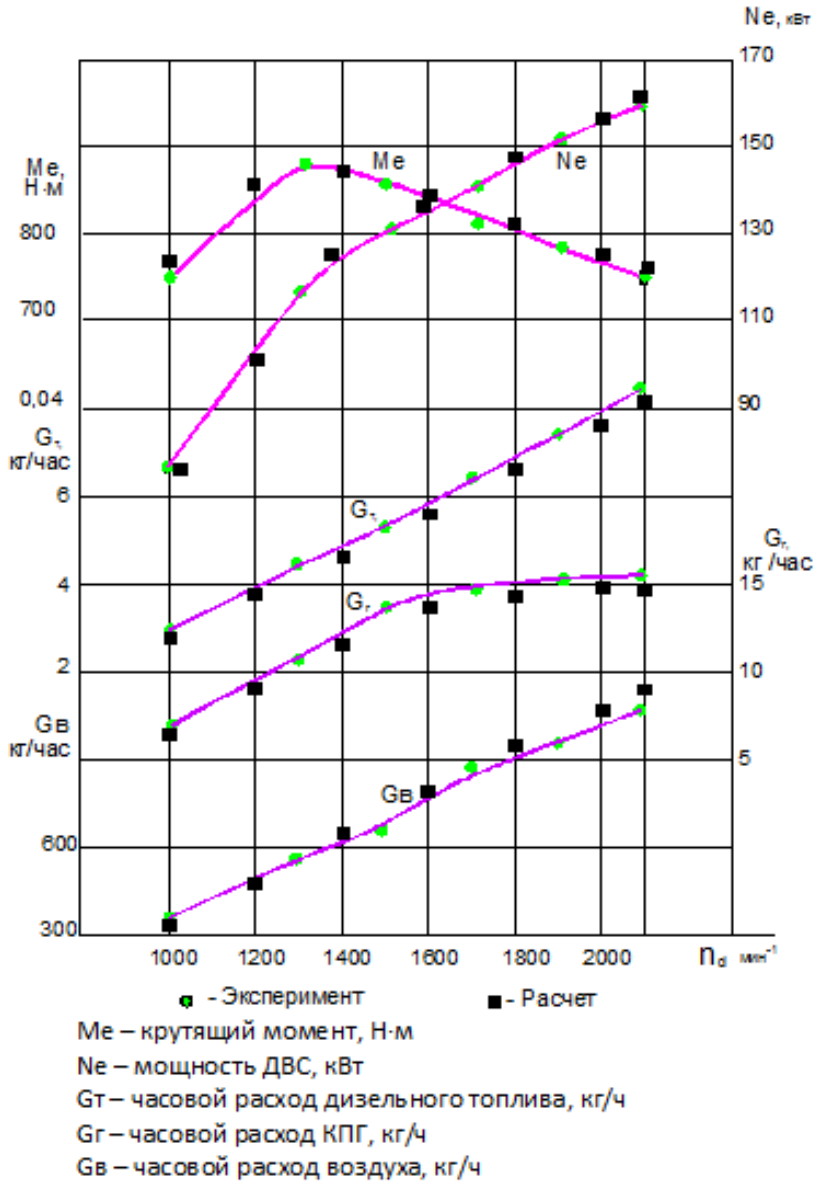
يقدم الجدول 2 مقارنة بين محتوى المواد السامة في غاز العادم في محرك YaMZ-236NE الذي تم الحصول عليه أثناء الاختبار باستخدام القواعد.

الجدول 2 - مقارنة محتوى المكونات السامة في عادم غاز الديزل بالمعيار

مكون سام	المعايير				ICE YaMZ-236NE	
	III-معيار	IV-معيار	V-معيار	VI-معيار	بدون منظم КУСТ	مع منظم КУСТ
CO, g/kv·t	2,10	1,50	1,50	1,5	3,71	1,48
CH, g/kv·t	0,66	0,46	0,26	0,26	0,46	0,25
NO_x, g/kv·t	5,00	3,50	2,00	0,4	4,31	1,94
C, g/kv·t	0,127	0,08	0,08	0,08	0,38	0,076

تحليل الجدول 2 ، يمكننا أن نستنتج أن استخدام نظام تزويد الوقود المطور لمحركات الاحتراق الداخلي للغاز والديزل مع المعالجة اللاحقة لغاز العادم يسمح لك بالامتثال لمعايير Euro-VI لجميع المكونات السامة. متوسط درجة تنقية غاز العادم من المواد الضارة هو: 60 - CO٪، 45 - CH٪، 55 - NOx٪ وللسخام - 80٪.

توضح مقارنة البيانات المحسوبة ونتائج التجارب التي أجريت لخاصية السرعة الخارجية موافقتهم المرضية (الشكل 13).



الشكل 9 - المقارنة حسب الخصائص الخارجية للتجربة ومعايير التصميم

يوضح تحليل الشكل 13 أن أكبر الاختلافات يتم ملاحظتها في استهلاك الهواء والوقود ، والتي ترتبط مع عدم الدقة في تحديد المقاومة الديناميكية للغاز في قنوات الدخول والمخرج ، والتي يجب أن توضح وفقا للبيانات ساكنة التصريف.

تختلف البيانات المحسوبة عن نتائج الدراسات التجريبية بمتوسط 3.5٪ مما يؤكد مصداقية الحسابات النظرية.

على أساس الدراسات التجريبية التي أجريت لمحرك YaMZ-236NE مع نظام تزويد الوقود التجريبي ، تم اختيار القيم التالية لمؤشرات منظم الحرارة: الطاقة المثلى - 150 واط ؛ مساحة سطح نقل الحرارة العقلاني m^2 0.053 :

- القطر - 0.118 م ؛

- ارتفاع المنظم هو 0.144 م ؛

ويبلغ قطر ساق منظم الحرارة 0.008 م.

الدراسات التجريبية على منصة محرك الديزل YaMZ-236NE مع نظام تغذية الوقود التجريبي جعلت من الممكن إثبات أن:

- يحل الغاز محل ما يصل إلى 85٪ من وقود الديزل في ظروف الحمل مع الحفاظ على معايير محرك الديزل الأساسي من حيث السرعة والعزم ؛

- القوة المثلى للمنظم وأداء محرك الاحتراق الداخلي عند درجة حرارة 25 درجة مئوية ؛

- انخفض استهلاك وقود الغاز في الساعة بنسبة 13٪ ؛

- انخفضت سمية غاز عادم المحرك بنسبة 14.5 ٪ ومع وجود جهاز تنقية غاز العادم يتوافق مع معايير Euro-VI.

مكّنت الدراسات التجريبية التي أجريت من إثبات أنه أثناء تحويل محرك ديزل إلى ديزل غاز ، يتم الحفاظ على مؤشرات الطاقة الخاصة به ، كما يتم زيادة المؤشرات الاقتصادية في حين يتم تقليل سمية المكونات الضارة لغازات العادم.

خلال الاختبارات التشغيلية ، تم عرض الأداء العالي والموثوقية لتصميم نظام تغذية الوقود في ظروف التشغيل.

الفصل الخامس : يقدم الفصل الخامس دراسة جدوى للمخطط البناء المطوَّر لنظام تغذية الوقود لمحرك يعمل بالغاز والديزل في مؤسسة زراعية كمثال ويتم إثبات جدوى تطبيقه.

تم تنفيذ الحساب بالتسلسل التالي: تم تحديد تكاليف اقتناء وتركيب نظام تزويد الوقود للغاز الطبيعي المضغوط ؛ تحديد مقدار المدخرات تحت بند النفقات "الوقود" ؛ تم تحديد التأثير الاقتصادي السنوي لاستخدام نظام تغذية وقود الديزل بالغاز لأسطول محدد من المركبات الزراعية ؛ فترة الاسترداد المحددة.

سمح لنا حساب كفاءة استخدام نظام تغذية الوقود لمحركات الغاز والديزل المستخدمة في الآلات الزراعية بإثبات أن التكاليف الإضافية لتحديث نظام الإمداد بالوقود لمحركات الغاز والديزل ذات المعايير المحسنة بلغت 34147 روبل. لآلة محددة واسطول جرار لمنظمة زراعية (12 جرار). بلغ الانخفاض في تكاليف الوقود أثناء تشغيل الجرارات المزودة بنظام تزويد الوقود المتطور 63000 روبل ، في حين بلغ الأثر الاقتصادي السنوي 28853 روبل.

كانت فترة الاسترداد للمعدات وتحديث نظام تغذية وقود الديزل بالغاز ، والذي تم تحسين معاييره ، 0.54 سنة ، مما يسمح لنا باستنتاج أنه من المستحسن استخدام مثل هذا النظام.

الخلاصة:

1. لقد سمح لنا تحليل الطرق الحالية لتزويد الوقود في محركات الديزل بالغاز المستخدمة في المعدات المتنقلة للمجمع الزراعي الصناعي بإثبات أن نظام الطرد مع الحقن الموزع هو أفضل طريقة.

2. تم تصميم تصميم نظام تزويد الوقود لمحرك الديزل بالغاز ، والذي يسمح بالحفاظ على درجة الحرارة المثلى لكل من الوقود السائل والغازي.

3. نتيجة للدراسات النظرية لنظام تزويد الوقود ، يتم الحصول على نموذج رياضي لوصف العمليات التي تحدث فيه. أظهر الحساب وفقًا للطراز أنه عند تثبيت نظام تزويد الوقود مع منظم درجة حرارة الوقود ، كانت قوتها المنطقية 150 واط وكانت مساحة سطح نقل الحرارة 0.053 متر مربع ، بينما انخفض استهلاك الوقود بنسبة 3.75 كغم/ساعة ، وانخفض إجمالي الانبعاثات السامة بمقدار 5.1 غم/كيلوواط·ساعة وبلغت 30 غم/كيلوواط · ساعة.

4. خلال الاختبارات ، تم تحديد معايير التصميم المثلى للحرارة:

- قطر سطح نقل الحرارة (منظم) - 0.118 م ؛

- ارتفاع المنظم هو 0.144 م ؛

ويبلغ قطر ساق منظم الحرارة 0.008 م.

أكدت الاختبارات التجريبية لنظام تزويد الوقود نتائج الدراسات النظرية لمحركات الغاز والديزل المركبة على الآلات الزراعية: النتائج تختلف بنسبة 3.5 ٪. تم تحسين مؤشرات أداء محرك الاحتراق الداخلي: عزم الدوران – Me = 880N · m عند عدد دورات 1300 دقيقة -1 ، في حين انخفض استهلاك وقود الغاز بنسبة 13 ٪ ، وانخفضت سمية غاز العادم بنسبة 14.5 ٪ ، والتي تلبي معايير Euro-VI. لا تتجاوز الضغوط القصوى المحسوبة ودرجة حرارة الدورة في محرك الديزل بالغاز YaMZ-236NE مع نظام تزويد الوقود التجريبي قيمها في المحرك الأساسي وهي P_{max} = 10.7 MPa، T_{max} = 1864 K.

5. بلغ الانخفاض في تكاليف الوقود أثناء تشغيل مركبات السيارات المزودة بنظام تزويد الوقود بالغاز 63000 روبل ، بينما بلغ الأثر الاقتصادي السنوي 28853 روبل. كانت فترة الاسترداد للمعدات وتحديث نظام تزويد الوقود لمحرك الديزل بالغاز مع منظم الحرارة 0.54 سنة. يوضح التأثير الاقتصادي السنوي لتركيب نظام تزويد الوقود على جرار واحد أن استخدام النظام على محركات الديزل الغازية ممكن اقتصاديًا.

توصيات المنتج وآفاق التنمية المستقبلية:

يوصى باستخدام نظام تغذية بالوقود المتطور لمحركات الغاز التي تعمل بالديزل بطاقة 150-400 كيلواط لاستخدامها في المعدات الزراعية المتنقلة عند درجة حرارة وقود تبلغ 25 درجة مئوية مثبتة على منظم درجة الحرارة.

في المستقبل ، مزيد من الدراسة لنظام تزويد وقود الديزل بالغاز في درجات حرارة أعلى ، ووضع برنامج لتنظيم درجة حرارة الوقود لمحركات ذات طاقة أعلى ، وتطبيق على المعدات الثابتة.

المنشورات المفهرسة في Scopus، Web of Science:

1. الماجدي ، أ. النمذجة الرياضية للتنظيم الحراري للوقود في محركات القوالب A. A.H / YAMZ-238. المايدي شيتشغولكوف ، دي. نيكيتين ، دي. تشرنيتسوف Mikheev // المجلة العراقية للعلوم الزراعية -2018: 49 (4) ، ص. 670-676.

2. الماجدي ، أ. تحليل خصائص الغاز الطبيعي كوقود للمركبات والجرارات الزراعية / أ. المايدي تشرنيتسوف ، Y.V. روديونوف فدوفينا ، دي. نيكيتين ، نيفادا Mikheev // Plant archives (international journal of plant research) vol. 19 رقم 1 أبريل ، 2019.

3. الماجدي ، أ. دراسة جهاز مشترك للحد من سمية غازات العادم لمحركات الديزل ، التكنولوجيا الزراعية / A. A.H. المايدي شير نتسوف فدوفينا // المجلة العراقية للعلوم الزراعية -2019: 50 (5) ، ص. 1259-1268.

في المنشورات من قائمة لجنة التصديق العليا التابعة لوزارة التعليم والعلوم في الاتحاد الروسي:

4. الماجدي ، أ. آفاق تحويل محركات الديزل الزراعية إلى وقود محركات الغاز / A.A.Kh. المايدي تشرنيتسوف ، يو. روديونوف Selivanova // أسئلة العلم والممارسة الحديثة. اسم الجامعة بعد 2017 / (66) №4 VI Vernadsky ، تامبوف. - س. 200-206.

5. الماجدي ، أ. التصميم والميزات المثلى لنظام تزويد الوقود للمحركات التي تعمل على الغاز المضغوط // التنافسية في العالم العالمي: الاقتصاد ، العلوم ، التكنولوجيا ، 2017 - ص. 1659 - 1661.

الأعمال غير المفهرسة في قاعدة بيانات RSCI:

6. الماجدي ، أ. مبررات الحاجة إلى دراسة معايير تشغيل المحركات المركبة على الآلات الزراعية العاملة على الغاز المضغوط // المؤتمر العلمي والتطبيقي التاسع والسبعين للطلاب وطلاب الدراسات العليا ، ميشورينسك ، 21-23 مارس 2017 - ص. 20-23.

7. الماجدي ، أ. تحليل الدراسات النظرية للعمليات التي تحدث أثناء احتراق الغاز المضغوط // مجموعة من مقالات المؤتمر العلمي والعملي الدولي السابع عشر. في جزأين ، بينزا ، 2018. - س. 102-104.

8. الماجدي ، أ. الميزة البيئية لاستخدام محركات الديزل للغاز في البستنة / A.A.Kh. المايدي تشرنيتسوف ، يو. رو-ديونوف ، نيفادا Mikheev // التوجهات ذات الأولوية لتطوير البستنة (قراءات I Potapov) مواد المؤتمر الوطني العلمي والتطبيقي المكرسة لعيد ميلاد 85 للأستاذ فيكتور ألكسان دروفيتش ، الحاصل على جائزة الدولة Potapov ، العلوم الزراعية. الثقوب. إد. غريغوريفا إل. ميتشورينسك ، 2019.

9. الماجدي ، أ. تحليل نتائج دراسة نظام الوقود لمحرك YaMZ-238 الذي يعمل على دورة وقود الديزل / A.A.K. Al-Maidi، D.A. Chernetsov // "أسئلة العلم الحديث: المشاكل والاتجاهات والآفاق". - م: المجلة العلمية كرونوس ، 2020. - العدد 1 (39) - س 4-11.