ا. تشرنوف ، ن. بيريبينكوف ، ف. سيليتسكي

مبادئ الهندسة الحرارية والهيدروليكا

أ . تشير 1-621-61-1

ف . سيليتسكـــــي

مبادئ الهندســـــة الحراريـــة والهيدروليـــكا

دار « مير » للطباعة والنشر
الاتحاد السوفييتي — موسكو

المحتويات

الفصل الأول . مبادئ الهيدروليكا والمضخات

الباب الاول . الهيدروستاتيكا ٥

بند ١ — ١ . دور الهيدروليكا في التكنيك الحديث ٥

بند ١ — ٢ . معلومات اساسية عن وحدات قياس الكميات الفيزيائية ٦

بند ١ — ٣ . الخواص الفيزيائية للسائل ١٠

بند ١ — ٤ . الضغط الهيدروستاتيكي وخواصه ١٨

بند ١ — ٥ . المعادلة الاساسية للهيدروستاتيكا ١٩

بند ١ — ٦ . الضغط المطلق والمفرط . الفراغ ٢١

بند ١ — ٧ . اجهزة لقياس الضغط ٢٤

بند ١ — ٨ . قانون بالسكال . مخطط عمل المكبس الهيدروليكي ٢٨

بند ١ — ٩ . ضغط السائل على جدار مستو ومنحن ٣٠

بند ١ — ١٠ . ضغط السائل على جدار الانبوبة ٣٥

الباب الثاني . الهيدروديناميكا ٣٧

بند ٢ — ١ . مفاهيم أساسية ٣٧

بند ٢ — ٢ . معادلة استمرار التدفق ٤٢

بند ٢ — ٣ . طاقة العنصر الاولي للجريان وتدفق السائل ٤٣

بند ٢ — ٤ . معادلة بيرنولي ٤٦

بند ٢ — ٥ . الاستخدام العملي لمعادلة بيرنولي . قياس الدفع الناتج عن السرعة وقياس السرعة المحلية ٤٨

بند ٢ — ٦ . نظامان لحركة السائل . عدد رينولدز ٥٣

بند ٢ — ٧ . حركة السائل في الأنابيب . فقد الدفع الناتج عن الاحتكاك والمقاومات المحلية ٥٦

بند ٢ — ٨ . مفهوم الصدمة الهيدروليكية ٦٥

بند ٢ — ٩ . الحساب الهيدروليكي لأنبوبة المياه البسيطة ٦٨

بند ٢ — ١٠ . سريان السائل من فتحة ٨٣
بند ٢ — ١١ . سريان السائل خلال فوهة ٨٤

الباب الثالث . المضخات ٨٧

بند ٣ — ١ . وظيفة ومجال استعمال المضخات وأنواعها الرئيسية ٨٧
بند ٣ — ٢ . تركيب ومبدأ عمل المضخات الكباسية ٨٠
بند ٣ — ٣ . المفاهيم الأساسية المستخدمة في نظرية المضخات ٨٣
بند ٣ — ٤ . التغذية الحجمية للمضخات الكباسية ٨٨
بند ٣ — ٥ . الأغطية الهوائية والغاية منها ٩٠
بند ٣ — ٦ . قدرة المضخة ومعامل كفايتها ٩١
بند ٣ — ٧ . تركيب وطريقة عمل مضخة الطرد المركزي ٩٢
بند ٣ — ٨ . خاصية المضخة ٩٥
بند ٣ — ٩ . المقارنة بين عمل المضخات الطاردة المركزية والمضخات الكباسية ٩٧
بند ٣ — ١٠ . التحكم في تغذية ودفع المضخة ٩٧
بند ٣ — ١١ . الدوائر التخطيطية للأجهزة المحورية والترسية واللولبية والمجنحة والتيارية للمضخات ١٠٠
بند ٣ — ١٢ . مفهوم مبدأ عمل المروحة ١٠٤

الفصل الثاني . مبادىء هندسة الديناميكا الحرارية التطبيقية

الباب الرابع . المفاهيم الأساسية ١٠٩

بند ٤ — ١ . علم الديناميكا الحرارية التطبيقية ١٠٩
بند ٤ — ٢ . البارامترات الديناميكية الحرارية الأساسية لحالة الجسم العامل . . . ١٠٩
بند ٤ — ٣ . حالة التوازن وحالة عدم التوازن . معادلة الحالة ١١١
بند ٤ — ٤ . مفهوم عن العملية الديناميكية الحرارية . العمليات العكوسة وغير العكوسة ١١٢
بند ٤ — ٥ . الطاقة الداخلية ، الحرارة ، الشغل ١١٤
بند ٤ — ٦ . مفهوم عن المحتوى الحراري ١١٦

الباب الخامس . القوانين الأساسية للغازات المثالية ١١٧

بند ٥ — ١ . مفهوم عن الغازات المثالية ١١٧
بند ٥ — ٢ . القوانين الأساسية للغازات المثالية ١١٨
بند ٥ — ٣ . معادلة حالة الغازات المثالية ١٢٠

الباب السادس . مخاليط الغازات المثالية ١٢٣

بند ٦ — ١ . مفهوم الخليط الغازى ١٢٣
بند ٦ — ٢ . قانون دالتون ١٢٣
بند ٦ — ٣ . معادلة الحالة لخليط الغازات ١٢٥
بند ٦ — ٤ . طرق اعطاء خليط الغازات ١٢٥
بند ٦ — ٥ . العلاقات بين الحصص الكتلية والحجمية ١٢٧
بند ٦ — ٦ . تعيين الكتلة الجزيئية الظاهرية لخليط الغازات ١٢٧
بند ٦ — ٧ . تعيين الضغوط الجزئية ١٢٩

الباب السابع . السعة الحرارية للغازات المثالية ١٣١

بند ٧ — ١ . التعاريف الأساسية ١٣١
بند ٧ — ٢ . العلاقة بين السعة الحرارية ودرجة الحرارة . السعة الحرارية المتوسطة والحقيقية ١٣٢
بند ٧ — ٣ . تعيين كمية الحرارة ١٣٣
بند ٧ — ٤ . السعة الحرارية فى العمليات عند ثبات الضغط وعند ثبات الحجم . . . ١٣٥
بند ٧ — ٥ . السعة الحرارية لخليط الغازات المثالية ١٤١

الباب الثامن . القانون الأول للديناميكا الحرارية ١٤٢

بند ٨ — ١ . رسم العمليات الديناميكية الحرارية فى الاحداثيين p و v . شغل تمدد الغاز وشغل احتراقه ١٤٢
بند ٨ — ٢ . جوهر القانون الأول للديناميكا الحرارية ١٤٤
بند ٨ — ٣ . الصيغة التحليلية للقانون الأول للديناميكا الحرارية ١٤٤
بند ٨ — ٤ . مفهوم عن الانتروبيا . الرسم البيانى T, s ١٤٦

الباب التاسع . عمليات تغير حالة الغازات المثالية ١٤٩

بند ٩ — ١ . العمليات الأساسية لتغير الحالة ١٤٩
بند ٩ — ٢ . العملية الأيسوخورية ١٥٠
بند ٩ — ٣ . العملية الأيسوبارية ١٥٢
بند ٩ — ٤ . العملية الأيسوثرمية ١٥٤
بند ٩ — ٥ . العملية الاديباتية ١٥٦
بند ٩ — ٦ . العمليات متعددة الانتحاء ١٦٠

الباب العاشر . القانون الثانى للديناميكا الحرارية ١٦٦

بند ١٠ — ١ . العمليات الدائرية ، أو الدورات ١٦٦
بند ١٠ — ٢ . دورة كارنو ١٦٩
بند ١٠ — ٣ . دورة كارنو العكسية ١٧٣
بند ١٠ — ٤ . مفهوم عن درجة الحرارة البلانيمترية (التكاملية) المتوسطة لتوصيل وسحب الحرارة فى الدورة ١٧٤
بند ١٠ — ٥ . جوهر القانون الثانى للديناميكا الحرارية ١٧٦
بند ١٠ — ٦ . الانتروبيا . الصيغة التحليلية للقانون الثانى للديناميكا الحرارية . . . ١٧٨
بند ١٠ — ٧ . تغير الانتروبيا وقابلية النظام الديناميكى الحرارى المعزول على العمل ١٨٢

الباب الحادى عشر . بخار الماء ١٨٣

بند ١١ — ١ . مفهوم عن الغازات الطبيعية ١٨٣
بند ١١ — ٢ . بخار الماء ، التعاريف الأساسية ١٨٤
بند ١١ — ٣ . عملية تكون البخار فى الرسمين البيانيين p, v و T, s ١٨٧
بند ١١ — ٤ . تحديد بارامترات الماء وبخار الماء ١٩٠
بند ١١ — ٥ . جداول الخواص الديناميكية الحرارية للماء وبخار الماء ١٩٦
بند ١١ — ٦ . الرسم البيانى i, s لبخار الماء ١٩٨
بند ١١ — ٧ . حساب العمليات الاساسية لبخار الماء بواسطة الرسم البيانى i, s . . ٢٠٠

الباب الثانى عشر . تدفق وخنق الغازات والبخار ٢٠٥

بند ١٢ — ١ . معادلة القانون الأول للديناميكا الحرارية للتدفق ٢٠٥
بند ١٢ — ٢ . تدفق الغازات المثالية من الفوهة ٢٠٩
بند ١٢ — ٣ . خصائص حساب تدفق بخار الماء ٢١٥
بند ١٢ — ٤ . الحصول على سرعات للتدفق أكبر من سرعة الصوت . فوهة لافال . . ٢١٦
بند ١٢ — ٥ . خنق الغازات والابخرة ٢١٨

الباب الثالث عشر . الدورات المثالية للمحركات الحرارية والأجهزة الطاقية ٢٢٠

بند ١٣ — ١ . دورات محركات الاحتراق الداخل ذات الكباسات ٢٢٠
بند ١٣ — ٢ . الدورة الأساسية للآلة ذات التربينة البخارية ٢٢٨
بند ١٣ — ٣ . طرق زيادة معامل الكفاءة الحرارى لدورة التربينة البخارية . . . ٢٣٢
بند ١٣ — ٤ . مبادىء الثرمنة (thermification) ٢٣٧

الفصل الثالث . أسس انتقال الحرارة

الباب الرابع عشر . التوصيل الحرارى ٢٤٠

بند ١٤ — ١ . طرق انتقال الحرارة ٢٤٠

بند ١٤ — ٢ . انتقال الحرارة بالتوصيل خلال طبقة واحدة أو عدة طبقات من جدران مسطحة ٢٤١

بند ١٤ — ٣ . انتقال الحرارة بالتوصيل الحرارى خلال الجدران الاسطوانية ذات الطبقة الواحدة وذات الطبقات المتعددة ٢٤٥

الباب الخامس عشر . التبادل الحرارى الحمل ٢٤٧

بند ١٥ — ١ . المفاهيم الأساسية ٢٤٧

بند ١٥ — ٢ . مفهوم عن نظرية التشابه ٢٤٩

بند ١٥ — ٣ . أعداد ومعادلة التشابه ٢٥٢

بند ١٥ — ٤ . تحديد معامل الابتعاث الحرارى ٢٥٣

بند ١٥ — ٥ . الابتعاث الحرارى عند غليان السائل وتكثيف البخار ٢٥٧

الباب السادس عشر . التبادل الحرارى الاشعاعى ٢٥٩

بند ١٦ — ١ . خواص الاشعاع الحرارى ٢٥٩

بند ١٦ — ٢ . القوانين الأساسية للاشعاع الحرارى ٢٦١

بند ١٦ — ٣ . التعرض للاشعاع المتبادل بين جسمين ٢٦٥

بند ١٦ — ٤ . الاحجبة ٢٦٨

بند ١٦ — ٥ . اشعاع الغازات ٢٦٨

الباب السابع عشر . التبادل الحرارى المركب ٢٦٩

بند ١٧ — ١ . الانتقال الحرارى خلال جدار مستو ٢٦٩

بند ١٧ — ٢ . الانتقال الحرارى خلال جدار اسطوانى ٢٧٢

الباب الثامن عشر . أجهزة التبادل الحرارى ٢٧٣

بند ١٨ — ١ . انواع اجهزة التبادل الحرارى ٢٧٣

بند ١٨ — ٢ . مبادىء حساب أجهزة التبادل الحرارى ٢٧٤

بند ١٨ — ٣ . تعيين الدفع الحرارى المتوسط ٢٧٥

الفصل الرابع . الوقود ، والأفران ، والغلايات

الباب التاسع عشر . الوقود ٢٧٧

بند ١٩ — ١ . أنواع الوقود ٢٧٧

بند ١٩ — ٢ . التركيب الأولى للوقود ٢٧٨

بند ١٩ — ٣ . القيمة الحرارية للوقود . الوقود الاصطلاحى ٢٨٢
بند ١٩ — ٤ . وصف مختصر لبعض أنواع الوقود ٢٨٤
بند ١٩ — ٥ . معالجة الوقود الصلب ٢٨٧
بند ١٩ — ٦ . الأنواع المحلية للوقود واستخدامها ٢٨٩

الباب العشرون . احتراق الوقود ٢٩٦

بند ٢٠ — ١ . وصف مختصر لعمليات احتراق الوقود الطبقى والمشعلى والدوامى . . ٢٩٦
بند ٢٠ — ٢ . المراحل الاساسية لاحتراق الوقود ٢٩٢
بند ٢٠ — ٣ . تحديد كمية الهواء اللازمة لاحتراق الوقود ٢٩٣
بند ٢٠ — ٤ . تركيب نواتج الاحتراق ٢٩٧
بند ٢٠ — ٥ . المحتوى الحرارى لنواتج الاحتراق ٣٠٠
بند ٢٠ — ٦ . درجة حرارة احتراق الوقود ٣٠٠

الباب الحادى والعشرون . الأفران ٣٠٣

بند ٢١ — ١ . تصنيف الأفران ٣٠٣
بند ٢١ — ٢ . تحجيب الأفران ٣٠٤
بند ٢١ — ٣ . الخاصيتان الأساسيتان للافران ٣٠٤
بند ٢١ — ٤ . الرسم التخطيطى لتركيب الأفران ذات طبقة الوقود غير المتحركة وعملها ٣٠٥
بند ٢١ — ٥ . تركيب وعمل الا فران ذات طبقة الوقود المتحركة ٣٠٩
بند ٢١ — ٦ . الافران ذات الشبكات على شكل سلسلة ٣١٠
بند ٢١ — ٧ . الأفران الغرفية لحرق الوقود الصلب فى حالته الغبارية ٣١١
بند ٢١ — ٨ . الأفران الاعصارية ٣١٨
بند ٢١ — ٩ . افران احراق الوقود السائل والغازى ٣١٩

الباب الثانى والعشرون . الغلايات ٣٢١

بند ٢٢ — ١ . الرسم التخطيطى للغلاية وعناصرها الأساسية ٣٢١
بند ٢٢ — ٢ . اقتصادية وحدة الغليان ٣٢٤
بند ٢٢ — ٣ . الانواع الأساسية لوحدات الغليان ٣٢٥
بند ٢٢ — ٤ . دوران الماء فى الغلاية البخارية ٣٢٦
بند ٢٢ — ٥ . تطور تصاميم وحدات الغليان ٣٢٨
بند ٢٢ — ٦ . وحدات الغليان العاملة باستمرار ذات الأنابيب الملتفة (أحادية الدورة) ٣٣٥
بند ٢٢ — ٧ . مستقبل تطور وحدات الغليان ٣٣٧

الباب الثالث والعشرون . سطوح التسخين الاضافية ٣٣٩

بند ٢٣ — ١ . مجمصات البخار ٣٣٩
بند ٢٣ — ٢ . مسخنات الهواء ٣٤١
بند ٢٣ — ٣ . المقتصدات المائية ٣٤٣

الباب الرابع والعشرون . الأجهزة الساعدة لوحدة الغليان ٣٤٥

بند ٢٤ — ١ . أجهزة السحب ٣٤٥
بند ٢٤ — ٢ . أجهزة التغذية . المفاهيم الأساسية عن اعداد الماء ٣٤٧
بند ٢٤ — ٣ . المفاهيم الأساسية عن طرق ازالة الرماد وتنقية غازات العادم ... ٣٥٠
بند ٢٤ — ٤ . أجهزة الأمان والتحكم فى الغلاية البخارية ٣٥٣
بند ٢٤ — ٥ . أتمتة عمل وحدة الغليان ٣٥٤

الفصل الخامس . المحركات الحرارية والمحطات الكهربائية الحرارية

الباب الخامس والعشرون . محركات الاحتراق الداخل الكباسية ٣٥٦

بند ٢٥ — ١ . المفاهيم الأساسية ٣٥٦
بند ٢٥ — ٢ . تصنيف محركات الاحتراق الداخل ٣٥٧
بند ٢٥ — ٣ . مبدأ عمل محركات الاحتراق الداخل رباعية الشوط ٣٥٨
بند ٢٥ — ٤ . مبدأ عمل المحرك ثنائى الشوط ٣٦٣
بند ٢٥ — ٥ . تحديد قدرة محركات الاحتراق الداخل ٣٦٦
بند ٢٥ — ٦ . معامل الكفاية لمحرك الاحتراق الداخل ٣٦٨
بند ٢٥ — ٧ . استهلاك الوقود والتوازن الحرارى فى محركات الاحتراق الداخلى ٣٦٩
بند ٢٥ — ٨ . طرق زيادة قدرة ومعامل كفاية محركات الاحتراق الداخل ٣٧١
بند ٢٥ — ٩ . تحضير خليط الوقود ٣٧٢
بند ٢٥ — ١٠ . التحكم فى قدرة محركات الاحتراق الداخل ٣٧٦
بند ٢٥ — ١١ . تبريد محركات الاحتراق الداخل ٣٧٧
بند ٢٥ — ١٢ . الاشتعال ٣٧٨
بند ٢٥ — ١٣ . الأجزاء الرئيسية لمحركات الاحتراق الداخل الكباسية ٣٧٩
بند ٢٥ — ١٤ . المحركات الغازية ٣٧٩

الباب السادس والعشرون . التربينات البخارية ٣٨٠

بند ٢٦ — ١ . مفهوم عن التربينة البخارية ٣٨٠

بند ٢٦ — ٢ . مبدأ عمل التربينة البخارية الفعالة ٣٨١
بند ٢٦ — ٣ . التربينة الفعالة ذات المرحلة الواحدة ٣٨٥
بند ٢٦ — ٤ . التربينة الفعالة متعددة المراحل ذات مراحل السرعة ٣٨٦
بند ٢٦ — ٥ . التربينات متعددة المراحل ذات مراحل الضغط ٣٨٧
بند ٢٦ — ٦ . مبدأ عمل التربينة البخارية المفاعلة ٣٩٠
بند ٢٦ — ٧ . استهلاك البخار فى التربينة البخارية ٣٩٤
بند ٢٦ — ٨ . مفهوم عن التحكم فى قدرة التربينات البخارية ٣٩٥
بند ٢٦ — ٩ . تصنيف التربينات البخارية ٣٩٧
بند ٢٦ — ١٠ . اجهزة التكثيف المستخدمة فى التربينات البخارية ٣٩٨

الباب السابع والعشرون . الوحدات التربينية الغازية ٤٠١
بند ٢٧ — ١ . مفاهيم عامة عن الوحدات التربينية الغازية ٤٠١
بند ٢٧ — ٢ . طريقة عمل الوحدات التربينية الغازية التى يحترق الوقود بداخلها تحت ضغط ثابت ٤٠٢
بند ٢٧ — ٣ . العناصر المكونة للوحدة التربينية الغازية ٤٠٤

الباب الثامن والعشرون . محطات الكهرباء الحرارية ٤٠٥
بند ٢٨ — ١ . خصائص مختصرة لمستهلكى الحرارة والطاقة الكهربائية ٤٠٥
بند ٢٨ — ٢ . تصنيف المحطات الكهربائية الحرارية ٤٠٧
بند ٢٨ — ٣ . محطات الكهرباء ذات التربينات البخارية ٤٠٨
بند ٢٨ — ٤ . مفهوم عن محطات الكهرباء الذرية ٤١٠
بند ٢٨ — ٥ . الدلائل الاقتصادية الحرارية لمحطات الكهرباء ٤١١
بند ٢٨ — ٦ . تنظيم محطة الكهرباء الحرارية ٤١٣
بند ٢٨ — ٧ . المولدات المغناطيسية الهيدروليكية الديناميكية (المغناهيدروديناميكية) ٤١٤

الفصل السادس . أجهزة التبريد والضواغط

الباب التاسع والعشرون . اجهزة التبريد ٤١٦
بند ٢٩ — ١ . مفهوم عام عن جهاز التبريد ٤١٦
بند ٢٩ — ٢ . دورة جهاز التبريد ذات الضاغط البخارى ٤١٧
بند ٢٩ — ٣ . دائرة عمل لجهاز التبريد بالامتصاص ٤٢٠

الباب الثلاثون . الضواغط ٤٢١
بند ٣٠ — ١ . مبدأ عمل الضاغط الكباسى ذى المرحلة الواحدة ٤٢١

بند ٣٠ – ٢ . الضواغط الكباسية متعددة المراحل ٤٢٦
بند ٣٠ – ٣ . الضاغط الكباسى الحقيقى ٤٢٩
بند ٣٠ – ٤ . تصنيف الضواغط ٤٣١
بند ٣٠ – ٥ . المفاهيم الاساسية حول عمل الضواغط ذات الريش ٤٣٢
بند ٣٠ – ٦ . الضواغط الدوارة ٤٣٤
الملحقات ٤٣٦