

Betätigung oder Nichtbetätigung des Regulierorganes (Gasventil oder Ausströmventil) ausgenützt*).

223. Die Gemischbildung und Reinigung des Cylinders von den Verbrennungsrückständen. Die Bildung des Gemisches erfolgt stets in einem besonderen Raume, dessen Form und Lage bei den einzelnen Gasmaschinensystemen verschieden sein kann und vielfach auch verschieden ist; in diesen Raum münden die Zuleitungen für Luft und Gas. Die Luftleitung ist meistens in direkter Verbindung mit der äußeren Luft und durch ein selbsttätiges Ventil abgeschlossen. Die Luft soll möglichst rein, also frei von fremden Beimengungen sein. Ist man daher durch die lokalen Verhältnisse bemüßigt, den Motor in Arbeitsräumen aufzustellen, deren Luft nicht rein erhalten werden kann, dann muß man die Luft durch eine Rohrleitung, welche jedoch möglichst geringe Leitungswiderstände bietet, von anderwärts einleiten. Um das eigentümliche schlürfende Geräusch des Ansaugens zu beheben, eventuell von der Luft mitgerissene gröbere Verunreinigungen aufzufangen, wendet man den sogenannten Ansaug- oder Einlaßtopf an, ein niedriges cylindrisches, nach außen geschlossenes Gefäß, durch welches die Luft hindurchgesaugt wird.

Die Gasleitung ist fast immer der Regelung durch ein von Hand aus betätigtes Abschlußorgan, sowie der Regelung durch ein zweites, vom Regler beeinflusstes Organ, dem Gasventile, unterworfen. Hierdurch wird das Mischungsverhältnis der Ladung, somit auch die Leistung der Maschine bestimmt.

In die zur Maschine führende Leitung muß an geeigneter Stelle ein Gasreservoir eingeschaltet werden; bei Kraftgas- und Gichtgasanlagen werden diese Reservoirs zumeist durch die Gasometer selbst gebildet; bei Leuchtgasbetrieb verwendet man jedoch zumeist Gummibeutel, um den seitens der Maschine zufolge der sehr ungleichen Gasentnahme periodisch auftretenden und veränderlichen Druck auszugleichen, damit derselbe einerseits ohne Wirkung auf die Hauptgasleitung, andererseits ohne nachteiligen Einfluß auf die Bildung eines gleichmäßigen Gemisches bleibt. Genügt ein Gummibeutel nicht, dann sind zwei oder mehrere oder ein sogenannter Gasdruckregulator einzuschalten.

Bei den mit verdichteter Ladung arbeitenden Maschinen bildet der Cylinder selbst den Laderaum. Das Eindringen des Gemisches in den Mischraum und hierauf des Gemisches in den Cylinder kann entweder durch Ansaugen oder durch Drücken bewirkt werden. Im ersteren, weitaus

*) Einige solcher Regleranordnungen siehe: Schöttler, *Die Gasmaschine*, sowie Musil, *Die Motoren für Gewerbe und Industrie*.

gebräuchlichsten Falle erzeugt der Arbeitskolben, wenn er aus seiner äußeren Totlage nach innen geht, selbst die Druckverminderung, infolge deren sich die Abschlößorgane für Luft und Gas selbsttätig öffnen, falls sie nicht durch eigene Mechanismen geöffnet werden.

Im anderen Falle ist an die Maschine eine Verdichtungspumpe angehängt, welche Luft und Gas ansaugt, in den Cylinder drückt und zugleich die Rolle der Mischkammer übernimmt. Statt einer Pumpe werden auch zwei Pumpen verwendet, welche Gas und Luft getrennt ansaugen und in den Cylinder drücken, wobei auf dem Wege zum Cylinder oder erst in diesem selbst die Mischung stattfindet. Die im Zweitakt arbeitenden Maschinen müssen auf diese Weise geladen werden, worauf an späterer Stelle noch zurückgekommen werden soll.

Die von der Maschine ausgestoßenen Verbrennungsprodukte verlassen dieselbe unter einem immerhin noch bedeutenden Überdruck, also mit großer Geschwindigkeit. Um das unangenehme scharfe Geräusch des Auspuffes zu mäßigen, andererseits die Kondensationsprodukte, welche sich in der Auspuffleitung bilden, zu sammeln, wendet man Ansblasetöpfe an, welche ähnlich den Einsaugetöpfen in der nächsten Nähe der Maschine aufgestellt werden müssen. Sollte ein Ausblasetopf nicht genügen, um die Belästigung der Umgebung des Maschinenortes zu vermeiden, dann schaltet man zwei oder drei Töpfe hinter einander ein oder verwendet eigene Schalldämpfer.

Die Wirkung derselben beruht meistens auf dem Prinzip, den Auspuffgasen noch einen besonderen Widerstand entgegenzusetzen, um auf diese Weise ihre lebendige Kraft und damit die Geschwindigkeit des Ausströmens in die Luft und des Stoßes gegen diese zu brechen. Dieser Widerstand wird durch durchbrochene Wände, durch parallel geschaltete, trichterförmige Zwischenwände, Siebe etc., welche in einen größeren, der Auspuffleitung eingefügten Behälter eingebaut werden, erzeugt.

Trotz der sehr energischen Ausströmung der Verbrennungsprodukte bleibt doch ein Teil derselben, entsprechend dem Volumen des Laderaumes, im Cylinder zurück. Manche Konstrukteure legen nun einen besonderen Wert darauf, die Rückstände der Verbrennung aus dem Cylinder zu entfernen, bevor eine neue Ladung eingenommen wird, um die Mischung derselben mit den Rückständen zu vermindern. Die dadurch erzielte Reinheit der Ladung ermöglicht allerdings die Verwendung gasärmerer Mischungen und hat eine viel raschere Explosion zur Folge. Das vollständige Austreiben der Rückstände ist praktisch sehr schwierig durchzuführen; man begnügt sich daher mit einem nur teilweisen Entfernen derselben.

Die in neuerer Zeit vielfach versuchte Einführung des Zweitaktes an Stelle des Viertaktes ist mit einer Reinigung des Cylinders von den Ver-

brennungsrückständen verbunden; auf diese Methode wird bei Besprechung der Zweitaktmaschinen zurückgekommen werden.

Ein anderes Mittel, welches den gleichen Zweck verfolgt, besteht darin, den Viertakt noch um zwei Hübe zu vermehren, während welcher die Maschine eine Ladung reine Luft allein ansaugt und diese zum Austreiben der Verbrennungsprodukte benützt.

Der Kreisprozeß dieser sogenannten Sechstaktmaschine setzt sich daher aus folgenden sechs Operationen zusammen: Einsaugen der explosiblen Ladung, Verdichtung derselben, Explosion und Expansion, Austreiben der Verbrennungsprodukte, Ansaugen reiner Luft, Austreiben derselben sowie der Rückstände.

Bei einer Maschine, welche diesen Arbeitsprozeß ausführt, werden die Verbrennungsprodukte allerdings fast vollständig ausgetrieben, indem die frisch einströmende Luft den Cylinder förmlich ausspült und die Rückstände des Laderaumes mit hinausnimmt, ohne daß hierzu andere Vorrichtungen als jene der Viertaktmaschine erforderlich sind.

Der Betrieb wird jedoch mit einer solchen im Sechstakt arbeitenden Eincylindermaschine trotz schweren Schwungrades und großer Geschwindigkeit ungleichmäßiger sein, als jener der Viertaktmaschine, da selbst bei voller Belastung nur nach sechs Hüben oder drei Umdrehungen ein Arbeitsimpuls erfolgt. Um den Gang der Maschine gleichmäßiger zu gestalten, wird dieselbe doppeltwirkend ausgeführt, wodurch auch die Anwendung leichterer Schwunräder ermöglicht wird. Nachdem die Cylinderwandungen durch die eingesaugte kalte Luft abgekühlt werden, so ist es, ohne Überhitzungen befürchten zu müssen, möglich, die Maschinen doppeltwirkend ausführen zu können.

Die Sechstaktmaschinen haben jedoch eine nur sehr geringe Verbreitung gefunden und werden fast nur noch in England, von wo die ersten Konstruktionen von Griffin (1883) und Rollason (1886) stammten, ausgeführt. Die doppeltwirkende Griffinmaschine ist die einzige Konstruktion, welche sich zufolge ihres regelmäßigen Ganges und der günstigen Wärmebilanz bis zum heutigen Tage in der Praxis erhalten hat und in England zum Betriebe von Dynamomaschinen für Beleuchtungszwecke mit Vorliebe verwendet wird.

Eine solche Maschine von 12,5 PS effektiver Leistung (229 mm Cylinderdurchmesser bei 356 mm Hub) hat an der im Jahre 1888 von der Society of Arts in London veranstalteten Konkurrenz teilgenommen. Die Maschine arbeitete mit einer mittleren Umdrehungszahl von 193 pro Minute und verbrauchte pro PS_e-Stunde samt Zündung 0,81 cbm Gas, ein für jene Zeit immerhin günstiges Resultat.

Die Wärmebilanz stellte sich wie folgt:

In Arbeit umgesetzte Wärme	21,1 %
Wärme der Abgase	39,8 „
durch das Kühlwasser abgeführte Wärme	35,2 „
restlicher Verlust durch Strahlung etc. . .	3,9 „
Summa	100,0 %

Ein sinnreiches und dabei einfaches Mittel zur Entfernung der Verbrennungsrückstände wird von der Firma Crossley bei vielen ihrer Maschinen mit Vorteil, auch hinsichtlich des Wirkungsgrades derselben, verwendet.

Die in Rede stehende Anordnung ist eine Erfindung Atkinsons und besteht dem Wesen nach darin, daß das Ausströmröhr verhältnismäßig lang gebaut und das Einlaßventil etwas vor Ende des Ausströmhubes und somit auch um weniges früher als das Gasventil geöffnet wird. Nach jeder Explosion strömen die Verbrennungsprodukte schlagartig mit großer Vehemenz durch das Auspuffröhr und erzeugen infolge der Energie ihrer Bewegung in dem langen Rohre nach jedem Auspuff ein teilweises Vakuum. Wenn nun das Luftpfeinlaßventil noch vor Hubende eröffnet wird, dann strömt plötzlich frische Luft hinter dem Kolben ein, treibt die Verbrennungsprodukte durch das Ausströmröhr hinaus und füllt den Laderaum mit reiner oder doch nahezu reiner Luft. Die Länge des Ausströmröhres wird so gewählt, daß das teilweise Vakuum am Ende des Rohres gegen den Cylinder zu eintritt, wenn sich der Kolben der Totlage nähert.

Durch diese Konstruktion wird das Ausspülen des Cylinders ohne Hinzutreten irgend welcher neuer Details oder das Hinzufügen neuer arbeitsloser Hübe erreicht.

Bei einer Maschine dieser Art war das Ausströmröhr 20 m lang; die Spannung im Cylinder sank gegen Ende des Hubes um ungefähr 0,14 kg/qcm unter den Atmosphärendruck, so daß im Cylinder ein Druck von 0,86 kg/qcm absolut erreicht wurde. Unter dem Überdrucke der Atmosphäre drang im Momente der Eröffnung des Luftpfeintrittsventiles ein Strom frischer Luft in den Laderaum und trieb die Verbrennungsrückstände hinaus.

Das Ausspülen des Cylinders erhöht, wie bereits früher bemerkt, die Ökonomie des Betriebes, indem für gleiche Leistung eine gasärmere Ladung genügt. Speziell bei Verwendung verhältnismäßig schwacher Gase (Kraft- und Gichtgase) ist das Ausspülen vorteilhaft, weil das Versagen der Zündung dadurch vermieden wird; andererseits wird bei großen Maschinen die Gefahr der Vorzündung als eine Folge der heißen, in größeren Mengen zurückgebliebenen Rückstände, welche sich mit der neuen Ladung mischen, durch

das Ausspülen und Reinigen des Cylinders von diesen Rückständen sehr verringert.

224. Anlaßvorrichtungen. Um eine Gasmaschine in Gang zu setzen, muß das Schwungrad so lange angedreht werden, bis die erste Zündung, somit der erste Arbeitsimpuls erfolgt; gewöhnlich läuft dann die Maschine von selbst an. Selbstverständlich muß vor dem Andrehen die Steuerung und Zündvorrichtung betriebsfähig eingestellt sein.

Nachdem beim Andrehen der Maschine die Ladung nicht nur angesaugt, sondern auch verdichtet werden muß, so bereitet dasselbe bei mittelgroßen Maschinen bereits Schwierigkeiten und ist bei großen Maschinen ohne eigene Vorrichtungen überhaupt nicht ausführbar.

Wie bereits an früherer Stelle (§ 221) erwähnt, versah Otto seine ersten Viertaktmotoren mit einem sehr einfachen Apparate, um die Verdichtungsarbeit beim Andrehen der Maschine zu erleichtern, welcher dann ausgebreitete Nachahmung und Verbreitung fand. Diese Vorrichtung bezweckte, durch teilweise Eröffnung des Auslaßventiles während der Compressionsperiode einen Teil der angesaugten Ladung, allerdings unausgenützt, entweichen zu lassen, um hierdurch die Arbeit am Schwungrade beträchtlich zu verringern.

Trotz dieser Vorkehrung wird das Andrehen von Hand aus schon sehr schwierig, wenn die Leistung der Maschine etwa zehn Pferdekräfte übersteigt. So lange also nicht geeigneter Andrehvorrichtungen zur Verfügung standen, konnte man größere Maschinen nicht gut verwenden.

Für Maschinen von 10 bis etwa 30 PS verwendet man derzeit Schalterwerke (windenartige Getriebe, die das Schwungrad umtreiben), welche sich nach erfolgtem Anlassen selbsttätig ausschalten; daher ihre Benennung. Für große Maschinen über 50 PS, sowie Gruppen von Motoren rentiert es sich, eine eigene kleine Gasmaschine aufzustellen, welche den oder die Großmotoren beim Anlassen antreibt. Diese Anlaßmethode ist jedoch ziemlich kostspielig und verwendet man daher meistens automatische Apparate, Selbstanlasser genannt.

Diese Apparate lassen sich nach drei Gesichtspunkten gruppieren.

Bei der ersten Gruppe wird ein Behälter mit Ladungsgemenge unter Druck gefüllt, um als Energiespeicher zum Zwecke des Anlassens zu dienen. Der Behälter wird durch die Maschine selbst gefüllt, indem mit Ende des Betriebes die Zündung gelöscht und der Cylinder durch eine eigene Leitung mit dem Behälter verbunden wird; so lange die Maschine noch fortläuft, drückt sie die letzten, nicht entzündeten Ladungen in den Behälter. Beim Anlassen wird der Cylinder wieder mit dem Behälter verbunden, die Ladung tritt unter Druck in den Cylinder und treibt den