

W. Bartknecht

Explosionen

Ablauf und Schutzmaßnahmen

Zweite, überarbeitete und ergänzte Auflage

Mit 259, zum Teil farbigen Abbildungen
und 34 Tabellen

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York 1980

Inhaltsverzeichnis

Teil I Explosionsablauf

<i>1</i>	<i>Einleitung</i>	3
<i>2</i>	<i>Explosionen in geschlossenen Behältern</i>	5
2.1	Brenngase	5
2.1.1	Explosionsgrenzen	5
2.1.2	Explosionsdruck – Explosionsheftigkeit	8
	Brenngas (Dampf-)/Luft-Gemische	8
	Brenngas/Sauerstoff-Gemische	24
	Chlor/Wasserstoff-Gemische	26
2.2	Brennbare Stäube	28
2.2.1	Vorbemerkung	28
2.2.2	Explosionsgrenzen	28
2.2.3	Explosionsdruck – Explosionsheftigkeit	28
2.2.4	Minimale Mindestzündenergie	45
2.3	Hybride Gemische	50
2.3.1	Vorbemerkung	50
2.3.2	Explosionsgrenzen	51
2.3.3	Explosionsdruck – Explosionsheftigkeit	52
2.3.4	Minimale Mindestzündenergie	55
2.4	Folgerungen	57
<i>3</i>	<i>Explosionen – Detonationen in Rohrstrecken</i>	58
3.1	Vorbemerkung	58
3.2	Brenngase	59
3.3	Brennbare Stäube	68
3.4	Folgerungen	72
<i>4</i>	<i>Literaturhinweise</i>	73

Teil II Schutzmaßnahmen gegen das Entstehen von Explosionen und gegen Explosionsauswirkungen

<i>1</i>	<i>Vorbemerkungen</i>	77
<i>2</i>	<i>Sicherheitsmaßnahmen gegen das Entstehen von Explosionen</i>	79

X	Inhaltsverzeichnis	
2.1	Inertisierung	79
2.1.1	Vorbemerkung	79
2.1.2	Brenngase	79
2.1.3	Brennbare Stäube	85
2.1.4	Folgerungen	88
3	<i>Sicherheitsmaßnahmen gegen die Auswirkungen von Explosionen in Behältern und Räumen</i>	89
3.1	Vorbemerkung	89
3.2	Explosionsfeste Bauweise	89
3.2.1	Druckbehälter	89
3.2.2	Der druckstoßfeste Behälter	89
3.2.3	Folgerungen	91
3.3	Explosionsdruckentlastung	91
3.3.1	Vorbemerkung	91
3.3.2	Beschreibung der Druckentlastung	92
	Druckentlastung von Behältern	92
	Druckentlastung von Räumen	93
3.3.3	Ausführung und Eigenschaften von Druckentlastungseinrichtungen	94
	Vorbemerkung	94
	Berstscheiben	95
	Berstscheiben aus sprödem, nicht verformungsfähigem Werkstoff	95
	Berstscheiben aus verformungsfähigem Werkstoff	96
	Fremdbetätigte Berstscheiben	102
	Explosionsscheiben	103
	Selbsttätig schließende Entlastungseinrichtungen	104
	Explosionsklappen	104
	Federbelastete Entlastungseinrichtungen	105
	Folgerungen	107
3.3.4	Dimensionierung von Druckentlastungsflächen	108
	Vorbemerkung	108
	Brenngase	111
	Brennbare Stäube	117
	Gefahrlose Ableitung der Druckwelle, der Flamme und der Gase	119
	Langgestreckte Behälter (Silos)	123
3.3.5	Grenzen der Anwendbarkeit	128
3.4	Explosionsunterdrückung	129
3.4.1	Vorbemerkung	129
3.4.2	Verfahrensbeschreibung	129

3.4.3	Auswahl des Detektorsystems	131
3.4.4	Beschreibung der Löschsysteme	133
3.4.5	Auswahl des günstigsten Löschmittels	135
3.4.6	Grenzen der Anwendbarkeit	143
3.4.7	Löschmittelbedarf	145
3.4.8	Spezielle Anwendungsprobleme	150
	Einfluß des Vordruckes	150
	Unterdrückung der Explosionen von organischen Peroxyden	150
3.5	Folgerungen	152
4	<i>Sicherheitsmaßnahmen gegen die Auswirkungen von Explosionen in Rohrleitungen</i>	153
4.1	Flammensperren	153
4.1.1	Vorbemerkung	153
4.1.2	Mechanische Flammensperren	161
	Vorbemerkung	161
	Explosionssichere Armaturen	162
	Dauerbrandsichere Armaturen	165
	Detonationssichere Armaturen	169
4.1.3	Automatische Löschmittelsperre	171
4.2	Explosionsdruckentlastung	178
4.2.1	Vorbemerkung	178
4.2.2	Endständige Entlastungseinrichtungen	179
	Berstscheiben, fremdbetätigte Berstscheiben	179
	Explosionsklappen	181
	Federventile	183
4.3	Schnellschlußorgane	186
4.4	Folgerungen	190
5	<i>Zusammenfassung</i>	191
6	<i>Literaturhinweise</i>	192

**Teil III Anwendung von Schutzmaßnahmen an Apparaten
und Apparaturen**

1	<i>Vorbemerkungen</i>	199
2	<i>Schutzmaßnahmen an Apparaten</i>	201
2.1	Mühlen	201
2.1.1	Vorbemerkung	201
2.1.2	Einflußnahmen auf den zeitlichen Druckverlauf von Explosionen	201
2.1.3	Folgerungen	205

XII	Inhaltsverzeichnis	
2.2	Sackzerreißmaschinen	205
2.2.1	Vorbemerkung	205
2.2.2	Anwendung von kombinierten Schutzmaßnahmen	207
2.3	Wirbelschicht-Trockner und -Granulatoren	208
2.3.1	Vorbemerkung	208
2.3.2	Anwendung sekundärer Schutzmaßnahmen	210
	Grundsätzliche Apparateanforderungen	210
	Eckige Bauform	210
	Runde Bauform	211
	Folgerungen	214
	Explosionsdruckentlastung	214
	Vor dem Filter	214
	Nach dem Filter	219
	Explosionsunterdrückung	222
	Zusatzforderungen	223
2.4	Staubabscheidefilter	226
2.4.1	Vorbemerkung	226
2.4.2	Taschenfilter	227
	Anwendung der Explosionsdruckentlastung	227
	Folgerungen	231
2.4.3	Schlauchfilter	231
	Anwendung der Explosionsdruckentlastung	231
	Anordnung der Zündquelle im Filtergehäuse	231
	Explosionsübertragung aus einer Rohrleitung	233
	Anwendung der Explosionsunterdrückung	237
2.4.4	Folgerungen	238
3	<i>Schutzmaßnahmen an Apparaturen</i>	240
3.1	Vorbemerkung	240
3.2	Mahlanlage	240
3.2.1	Schutzmaßnahme Inertisierung	240
3.2.2	Schutzmaßnahme Explosionsdruckentlastung	243
3.2.3	Schutzmaßnahme Explosionsunterdrückung	243
3.3	Zerstäubungstrocknungsanlagen	246
3.3.1	Schutzmaßnahme Inertisierung	248
3.3.2	Schutzmaßnahme Explosionsdruckentlastung	249
3.3.3	Schutzmaßnahme Explosionsunterdrückung	251
3.4	Folgerungen	252
4	<i>Schlußwort</i>	254
5	<i>Literaturhinweise</i>	256
	Sachverzeichnis	259